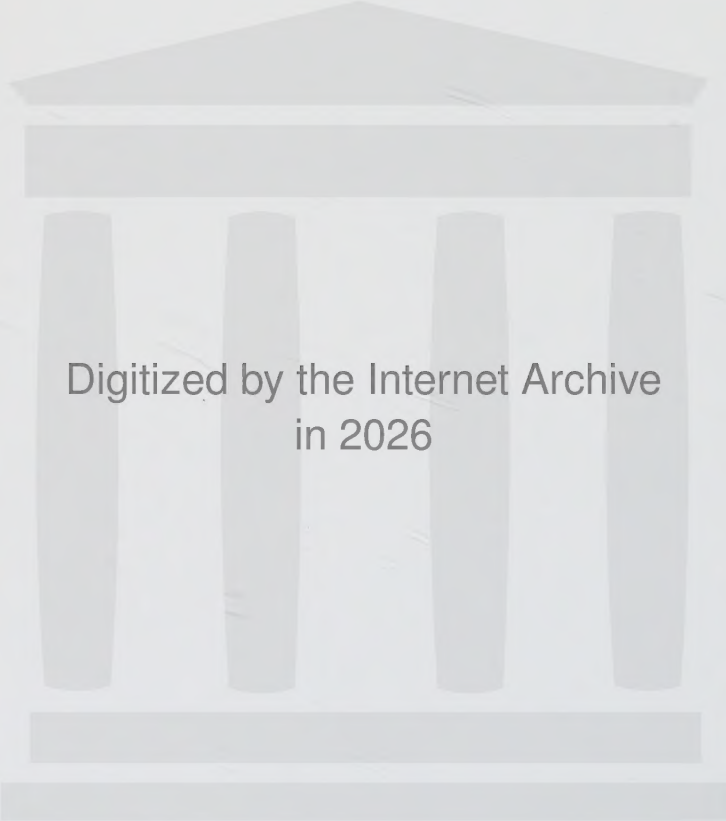


Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklung
der Trematodenlarven aus *Bythinella compressa*
und *Bythinella dunkeri*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Josef Schwarz
aus Laubach, Kreis Gießen

Gießen 1970



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545921_0006

**Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklung
der Trematodenlarven aus *Bythinella compressa*
und *Bythinella dunkeri***

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen**

vorgelegt von
Josef Schwarz
aus Laubach, Kreis Gießen

Gießen 1970



D 26

D e k a n : Professor Dr. G. Eder

- I. Berichterstatter: Professor Dr.Dr.h.c. W. E. Ankel
- II. Berichterstatter: Professor Dr. G. Lämmeler

Tag der mündlichen Prüfung: 12.5.1970

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
A. Einleitung und Problemstellung	5
B. Material und Methode	7
C. Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklung der Trematodenlarven aus <i>Bythinella compressa</i> und <i>Bythinella dunkeri</i>	9
I. <i>Encystodendrium rotundum</i> n. g. n. sp.	9
1. Ei und Miracidium	9
2. Die Sporocyste	11
a) Morphologie	11
b) Biologie	13
3. Die Cercarie	14
a) Morphologie und Systematik	14
b) Biologie	20
c) Encystierung im zweiten Zwischenwirt	23
4. Die Metacercarie	26
5. Der adulte Trematode	29
a) Morphologie	29
b) Einordnung in das System der Digenea	33
c) Die Entwicklung der Metacercarie zum adulten Trematoden	37
d) Die Lebensweise des adulten Trematoden	38
e) Die experimentellen und natürlichen Wirte von <i>Encystodendrium rotundum</i>	42
f) Die Reaktion des Wirtes auf den Befall mit <i>Encystodendrium rotundum</i>	44

	<u>Seite</u>
II. Nephrotrema truncatum LEUCKART (1842)	47
1. Die Redie	47
2. Die Cercarie	49
a) Morphologie	49
b) Biologie	51
c) Die Infektion des zweiten Zwischenwirtes	51
3. Die Metacercarie	56
a) Morphologie	56
b) Infektionsversuche bei verschiedenen möglichen Endwirten	56
4. Die Morphologie des eingekapselten Trematoden	58
5. Die systematische Stellung	60
III. Euryhelms elegans BREGENZER (1916)	62
1. Die Redie	62
2. Die Cercarie	62
a) Morphologie	62
b) Die Biologie und die Infektion des zweiten Zwischenwirtes	66
3. Die Metacercarie	67
a) Morphologie	67
b) Die systematische Stellung der Metacercarie	70
IV. Cercaria bipunktarmata BREGENZER (1916)	75
1. Die Redie	75
2. Die Cercarie (Morphologie, Biologie)	77
D. Die Verbreitung der Cercarien in den Schnecken verschiedener Standorte	80
E. Zusammenfassung	83
F. Literatur	87

A. Einleitung und Problemstellung

Die beiden Arten der Quellschnecke *Bythinella*, *B. dunkeri* FRRLD und *B. compressa* FRRLD leben, wie schon ihr deutscher Name sagt, in den Quelltöpfen und im Oberlauf kaltenstothermer Bäche.¹⁾ Ihr Vorkommen ist vorwiegend auf die Mittel- und Hochgebirge beschränkt. In den Quellen und Bächen, in denen die Tiere vorkommen, sind sie meist in großer Zahl vorhanden.

Aus *Bythinella compressa* sind noch keine Cercarien beschrieben worden. Über die Cercarienfauna von *Bythinella dunkeri* sind bisher nur zwei Arbeiten erschienen. In der ersten von BREGENZER (1916) werden vier Cercarien beschrieben (*Cercaria repens*, *Cercaria bipunktarmata*, *Cercaria elastica*, *Cercaria elegans*). Das Vorkommen einer fünften Cercarie wird erwähnt, die Larve selbst aber nicht näher beschrieben. BREGENZER macht keinerlei Aussagen über die weitere Entwicklung der Cercarien.

BRENDOW (1970) konnte die Lebenszyklen dreier Cercarien aus *Bythinella dunkeri* aufklären: *Cercaria repens* befallt als zweiten Zwischenwirt Trichopteren- und Plecopterenlarven. Die Metacercarie entwickelt sich im Darm von Spitzmäusen zu *Skrjabinophytes repens* BREGENZER, 1916. Der zweite Zwischenwirt von *Cercaria elastica* ist *Gammarus pulex*. Die infizierten Gammariden werden von der Wasserspitzmaus aufgenommen. Die Metacercarien entwickeln sich im Darm zu *Cephalotrema minutum* BAER, 1943. Außerdem konnte BRENDOW noch den Lebenszyklus von *Microphallus gracilis* BAER, 1943 aufklären, dessen Cercarie von BREGENZER nicht gefunden wurde. Sie ent-

1) Beide Arten lassen sich nur schwer unterscheiden. Die Diskussion, ob es sich bei beiden Arten vielleicht nur um geographische Rassen handelt, ist noch nicht beendet. Es soll deshalb in dieser Arbeit auf diese Problematik nicht eingegangen werden.

wickelt sich in Sporocysten, die ebenfalls in *Bythinella dunkeri* parasitieren und befällt als zweiten Zwischenwirt Gammariden. Endwirte sind Soriciden, in deren Darm sich die Metacercarien zum Adultus entwickeln.

Da diese beiden Arbeiten die bisher einzigen sind, die sich mit Cercarien aus *Bythinella* beschäftigen, erschien es sinnvoll, auch die bisher noch nicht untersuchte Entwicklung der anderen vier Cercarien zu verfolgen.

B. Material und Methode

Die Schnecken, an denen die Untersuchungen vorgenommen wurden, stammten aus folgenden Biotopen:

Naturschutzpark Hoher Vogelsberg:

Gebiet der Forellenteiche aus kleinen
Quellbächen

Quellen im Eichelbachtal zwischen Breun-
geshain und Busenborn.

Dünsberg zwischen Gießen und Wetzlar:

Ein Quellbach am Nordosthang des Berges
an der Straße Fellingshausen - Franken-
bach.

Die natürlich infizierten Trichopteren-, Plecopteren- und Ephemeridenlarven, die für Verfütterungsversuche verwendet wurden, stammten aus den gleichen Bächen, aus denen auch die Schnecken gesammelt wurden.

Die Insektenlarven, die mit den Cercarien infiziert wurden, stammten zum größten Teil aus dem "Klingelbach" bei Gießen. Ein Teil wurde vorher auf einen Befall mit Metacercarien untersucht. Das Ergebnis war negativ. Die Sperlinge, Krähen und Elstern, an die die infizierten Insektenlarven verfüttert wurden, waren Wildfänge oder dem Nest entnommene und aufgezogene Jungtiere. Sie stammten alle aus Gebieten, in denen Bythinella nicht vorkommt. Vor der Infizierung wurden sie nach der Methode von TELEMAN auf einen Befall mit Trematoden untersucht.

Für die Infektionsversuche mit Cercaria elegans und der Cercaria von Nephrotrema truncatum wurden die Kaulquappen von Rana esculenta aus dem Ei aufgezogen. Die Larven der anderen verwendeten Amphibienarten (Rana temporaria, Bufo, Triturus) wurden aus kleinen Teichen im

Bergwerkswald bei Gießen gefangen. Die Spitzmäuse, an die die infizierten Kaulquappen verfüttert wurden, waren Wildfänge aus der Gegend der Eisteiche bei Gießen.

Die Sporocysten, Redien und Cercarien erhielt ich durch Zerdrücken der Schneckenschale oder im Falle der Cercarien auch durch Ausschwärmenlassen aus der Schnecke. Die Cercarien wurden für Infektionsversuche in Boveri-Schälchen gebracht und die zweiten Zwischenwirte dazugesetzt.

Zur Vermessung wurden die Larven mit einer vierprozentigen Formollösung fixiert. Die Fixierung wurde so durchgeführt, daß die Tiere mit einer Pipette in die Lösung gebracht wurden. Sie starben dann sehr schnell ab und behielten ihre charakteristische Form bei. Die encystierten Metacercarien erhielt ich durch Zerzupfen des Gewebes der Zwischenwirte. Sie konnten dann entweder direkt durch Druck mit der Präpariernadel auf die Cysten-hülle oder nach deren Behandlung mit einer Lösung von Natriumbikarbonat und Trypsin herauspräpariert werden. Ihre Vermessung erfolgte in lebendem Zustand.

Die adulten Trematoden ließen Einzelheiten am besten in fixiertem und gefärbtem Zustand erkennen. Die Tiere wurden daher mit Bouin oder Formol fixiert und mit Gallocyanin oder Alizarincyanin gefärbt. Die Schnittpräparate wurden mit Hämalan-Eosin gefärbt. Um die Entwicklung der Eier zu verfolgen, wurden sie aus dem Uterus lebender Tiere herauspräpariert und in Boveri-Schälchen gebracht.

C. Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklung
der Trematodenlarven aus *Bythinella compressa* und
Bythinella dunkeri

I. *Encystodendrium rotundum* n. g. n. sp. (Plagiorchoidea,
Lecithodendriidae, Limatulinae)

1. Ei und Miracidium

Die Eier werden vom adulten Trematoden in großer Zahl abgegeben. Sie haben eine ovale Form und sind an einem Pol mit einem präformierten Deckel versehen. An anderen Pol befindet sich ein kleiner Endstachel. Die jungen, hellgefärbten Eier enthalten noch Furchungskugeln und Dottermaterial, während in den älteren, tiefbraun gefärbten Eiern das Miracidium bereits zu erkennen ist. Es besitzt ein Paar vordere und ein Paar hintere Bohrdrüsen, die sich mit Callocyanin auch im Ei stark anfärben, und Wimperreihen, die sich über den ganzen Körper entlangziehen. Sie verlaufen nicht in einer geraden Linie, sondern etwas schraubig gewunden. Weitere Einzelheiten sind nicht zu erkennen. Es handelt sich also um ein sehr einfach gebautes Miracidium, wie es für die Überfamilie Plagiorchioidea charakteristisch ist. Angaben über die Miracidien der zu dieser Überfamilie gehörenden Familien der Lecithodendriidae fehlen in der Literatur über die Entwicklungszyklen mit einer Ausnahme vollständig. Allein MATHIAS und VIGNAUD berichten über das Miracidium von *Pleuronenes claviger*, einem Parasiten des Frosches: "L'œuf pondudans l'eau donne un miracidium cilié qui pénètre dans *Bythinia tentakulata* où il formera des sporocysts qui engendreront de petites cercaires numiers..." das ins Wasser gelangte Ei gibt ein bewimpertes Miracidium frei, das in *Bythinia tentakulata* eindringt, Sporocysten bildet, die

zahlreiche kleine Cercarien hervorbringen...". Eine nähere Beschreibung - vor allem der Morphologie - wird nicht gegeben. Die Frage, ob die Miracidien aller Lecithodendriiden-Arten im freien Wasser schlüpfen und dann den ersten Zwischenwirt befallen, oder ob die Schnecken als erste Zwischenwirte die embryonierten Eier von einem Teil der Arten oral aufnehmen und die Larven im Darm schlüpfen, kann aus den obigen, keineswegs erschöpfenden Angaben nicht generell für die ganze Familie beantwortet werden. Es wurde deshalb versucht, diese Frage wenigstens für *Encystodendrium rotundum* zu klären.

Die aus dem Uterus herauspräparierten, reifen Eier wurden dazu in Boveri-Schälchen mit einer ca. 1 cm hohen Wasserschicht gebracht und täglich auf ihren Entwicklungszustand untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Miracidien selbst nach vier Wochen noch nicht geschlüpft waren, obwohl sich die Eier nicht verändert hatten. Die Miracidien waren nach wie vor im Ei zu beobachten. Diese Ergebnisse ließen vermuten, daß sich die Schnecken durch die Aufnahme der embryonierten Eier mit der Nahrung infizieren. Es wurden deshalb reife Eier an die Schnecken verfüttert.

Die Eier wurden mit einer Pipette auf stark mit Diatomeen und anderen Grünalgen bewachsene Steine gebracht und die Bythinellen, die vorher eine Woche gehungert hatten, dazugesetzt. Nach etwa einer Stunde wurden die Schnecken wieder herausgenommen und präpariert. Der Darm wurde mikroskopisch untersucht. Er enthielt meistens nur Algen, in einigen Fällen jedoch auch Trematodeneier, bei denen sich der Deckel an der präformierten Stelle geöffnet hatte. Sie enthielten keine Miracidien mehr. Diese hatten das Ei bereits verlassen. Dieser Versuch weist auf die zweite oben genannte Möglichkeit der In-

fektion der Schnecke hin: Der Deckel des Eies hatte sich unter dem Einfluß der Verdauungsfermente gelöst und das Miracidium freigegeben. Die Vermutung, daß nur die spezifischen Verdauungsfermente von *Bythinella* in der Lage sind, das Miracidium zu veranlassen, den Deckel des Eies zu öffnen, wurde durch einen Verfütterungsversuch mit anderen Schnecken erhärtet. Verwendet wurden dabei die Schlamm Schnecke (*Lymnaea stagnalis*), die Apfelschnecke (*Ampularia*) und eine nahe Verwandte von *Bythinella*, *Bithynia tentakulata*. Alle drei Versuche schlugen fehl: die Eier wurden zwar aufgenommen, jedoch unverändert mit dem Kot wieder ausgeschieden. Auch der untersuchte Darm enthielt nur unveränderte Eier, in denen das Miracidium noch zu erkennen war. Insgesamt läßt sich also zusammenfassen:

Die Infektion der Schnecke *Bythinella* geschieht durch orale Aufnahme der embryonierten Eier mit der Nahrung. Die Miracidien schlüpfen im Darm, durchbohren die Darmwand, gelangen in den Visceralsack und entwickeln sich dort zu Sporocysten.

2. Die Sporocyste

a) Morphologie

Die Sporocysten haben eine sack- oder nierenförmige Gestalt. Sie erreichen eine maximale Länge von 0,600 mm und eine Breite von 0,100 mm. Sie stellen einfach gebaute, durchsichtige Schläuche dar. In ihnen entwickeln sich direkt die Cercarien. Eine Rediengeneration fehlt. Die Sporocysten enthalten im allgemeinen fünf bis sieben in seltenen Fällen bis zu zwölf Keimballen. Daneben liegen alle Stadien der Entwicklung und auch reife Cercarien vor. Die Sporocysten enthalten im allgemeinen nur eine bis drei ausdifferenzierte Cercarien, maximal jedoch bis zu zwölf. Die Anzahl der Keimballen beträgt dann nur noch

einen oder zwei. Die reifen Cercarien bewegen sich lebhaft zwischen den in der Sporocyste liegenden Keimballen, und stoßen dabei oft an die Wandung der Sporocyste. Dabei geschieht es oft, daß sie diese "ausbeulen" und dabei Bewegungen ausführen, die an Bohrversuche erinnern. Es ist wahrscheinlich, daß die Cercarien, sobald sie voll ausgebildet sind, aktiv die Sporocystenwand durchbrechen und so ins Freie gelangen. Die Sporocysten selbst sind völlig unbeweglich. Sie reagieren auf keinerlei taktile oder chemische Reize. Eine Erscheinung, wie sie NEUHAUS für die Sporocysten eines Trematoden aus der Familie der Lecithodendridae beschrieben wird, konnte nicht beobachtet werden: die Abschnürung von Teilstücken, die dann zu selbständigen Sporocysten heranwachsen.

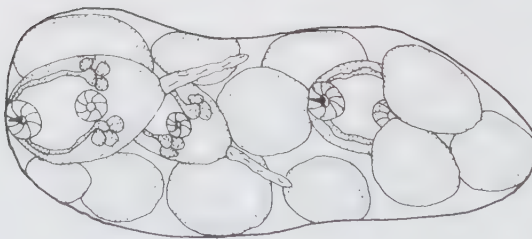


Abb. 1: Encystodendrium rotundum
Sporocyste

b) Die Biologie

Die Sporocysten besiedeln hauptsächlich die Mitteldarmdrüse, wobei die oberen zwei bis drei Windungen des Visceralsackes parasitenfrei bleiben. Bei stärkerer Infektion kann die Masse der Sporocysten die des übriggebliebenen Visceralsackes übertreffen. Die Zahl der Parasiten, die in einer Schnecke leben, kann bei schwacher Infektion nur drei, bei starkem Befall jedoch bis zu fünfzehn betragen.

Eine Herabsetzung der Vitalität bei den befallenen Schnecken konnte nicht beobachtet werden. Ob eine Beeinträchtigung der Fortpflanzung durch den Parasitenbefall verursacht wird, kann nicht entschieden werden, da über die Vermehrung von *Bythinella* noch keine näheren Einzelheiten bekannt sind, außer, daß sie im Spätherbst und im Winter stattfindet.

Der Prozentsatz der befallenen Schnecken beträgt etwa ein bis drei Prozent. Jahreszeitliche Schwankungen des Extensitätswertes konnten nicht festgestellt werden, eine Tatsache, die sich aus der Biologie des Parasiten und des Zwischenwirtes erklären läßt. Die Schnecken leben in kaltstenothermen Bächen und Quelltöpfen, in denen das ganze Jahr hindurch fast gleiche ökologische Bedingungen herrschen. Sie bleiben daher auch im Winter aktiv, nehmen das ganze Jahr hindurch Nahrung auf und können sich deshalb zu jeder Jahreszeit durch mitaufgenommene Eier infizieren.

Die Eier des Parasiten werden in großer Zahl und über einen langen Zeitraum (drei bis fünf Monate) vom adulten Trematoden abgegeben. Sie gelangen in die Bäche oder Quellen, sobald die Endwirte zum Trinken oder Baden an die niemals völlig zufrierenden Gewässer kommen und

dort ihren Kot absetzen. Auf diese Weise gelangen das ganze Jahr hindurch immer wieder Parasiteneier in den Biotop der Schnecken. Für das Gleichbleiben des Extensitätswertes während des ganzen Jahres spielt auch die lange Lebensfähigkeit der Eier eine Rolle. Sie beträgt mindestens fünfunddreißig Tage. Der Versuch wurde dann abgebrochen.

Wichtig ist auch die lange Infektionsdauer der Schnecken. Die Sporocysten bleiben verhältnismäßig lange in ihrem Wirt. Schnecken, die zwei bis drei Monate gehalten wurden, wiesen immer noch einen Befall auf, wobei die Zeit, in der die parasitierten Tiere in Freiheit lebten, noch nicht mitgerechnet ist.

Der gleichbleibende Extensitätswert ergibt sich also sowohl aus der Biologie des Zwischenwirtes als auch aus der des Parasiten.

3. Die Cercarie

a) Morphologie und Systematik

Die Cercarien, die aus den Sporocysten schlüpfen, sind typische Vertreter aus der Gruppe der Virgula-Cercarien, die durch den Besitz eines "birnenförmigen Organs" (Virgula-Organ) charakterisiert sind. Sie wurden erstmals von BREGENZER (1916) erwähnt, der jedoch nur eine unvollständige Beschreibung gibt: "Sie ist in Gestalt und Größe der Cercaria elastika ähnlich und besitzt gleich dieser einen Stachel. Ihr Mundsaugnapf ist mit zwei birnenförmigen, in der Mittellinie zusammenstoßenden Organen ausgestattet. Derartige Gebilde, über deren Funktion man sich übrigens noch im unklaren ist, sind nun das Charakteristikum der Cercariae virgulae, zu denen also die in Frage stehende Form gehört."

Diese Charakteristik kann natürlich nicht als erschöpfend gelten. Es wird deshalb an dieser Stelle eine umfassende Beschreibung der Morphologie gegeben:

Die invasionsreifen Cercarien sind ziemlich klein. Die folgenden Maße beziehen sich auf lebende Tiere unter dem Deckglas. Tiere, die mit Formol fixiert worden waren, ließen keine Einzelheiten mehr erkennen. Die Gesamtlänge des Cercarienkörpers beträgt 0,105 - 0,150 mm, im Durchschnitt 0,130 mm bei einer Breite von 0,060 - 0,090 mm. Der Schwanz hat eine Länge von 0,033 - 0,036 mm. Diese Längenangaben beziehen sich auf den kontrahierten Schwanz, der bis zur doppelten Länge ausgestreckt werden kann. Der Mundsaugnapf hat einen Durchmesser von 0,030 - 0,045 mm. Der im allgemeinen runde Pharynx besitzt einen Durchmesser von 0,012 - 0,015 mm und geht in den ziemlich langen Ösophagus über. Die Darmbifurkation liegt direkt über dem Acetabulum. Die Caeca erreichen etwa die Höhe der Mitte des Bauchsaugnapfes. Das in der Mitte des Körpers gelegene Acetabulum hat einen Durchmesser von 0,021 - 0,033 mm. Das Größenverhältnis der beiden Saugnapfe beträgt etwa 3:2. Die zwei Bohrdrüsen liegen hinter dem Bauchsaugnapf. Sie bestehen aus je fünf, selten aus vier oder sechs Drüsenzellen, deren Ausführungsgänge in einen gemeinsamen Gang münden. Der gemeinsame Ausführungsgang mündet in die Stiletscheide. Das Stilet (Abb. 2) hat eine durchschnittliche Länge von 0,024 mm. Es besteht aus einem vorderen, spitzen, offenbar festeren und einem weicheren abgerundeten hinteren Teil und ist besonders durch das Vorhandensein von vier abgerundeten flügelartigen Ausbildungen gekennzeichnet, die sich an der Verbindungsstelle des vorderen und hinteren Teils befinden. Das birnenförmige Virgulaorgan hat eine Länge von 0,018 - 0,027 mm. Die Breite

beträgt 0,024 - 0,036 mm. Es erstreckt sich von der Mitte bis zum hinteren Rand des Mundsaugnapfes und stellt eine zweifache Aussackung des Mundsaugnapfbodens dar, die eine kräftige Wandung aufweist. Bei lebenden Tieren erkennt man, daß die Wandschicht aus einer stark lichtbrechenden, homogenen Substanz besteht. Die Schichtdicke ist im oberen Teil gering und nimmt nach unten besonders in den Aussackungen stark zu. Über die Funktion des Virgulaorgans war man sich lange Zeit im unklaren. Es bildet sich während der Entwicklung der Cercarie in der Sporocyste erst kurz vor der Reife. Erst NEUHAUS konnte bei der Cercarie von *Pleurogenes medians* seine Wirkungsweise als Hilfsorgan bei der Encystierung im zweiten Zwischenwirt erklären: Es liefert Material für die Verstärkung der Cystenwand, die von der Cercarie gebildet wird. Die Substanz wird dabei aus dem Mundsaugnapf ausgepreßt und der Cystenwandung aufgelagert. Die Exkretionsblase hat eine Y-förmige Gestalt. Die Zahl der Wimpernflammen des Exkretionssystems beträgt 2 mal 7. Der vordere Teil des Cercarienkörpers ist bis in die Höhe des Actabulums mit Sinneshaaren besetzt. Ihre Länge beträgt im Durchschnitt 0,015 mm.

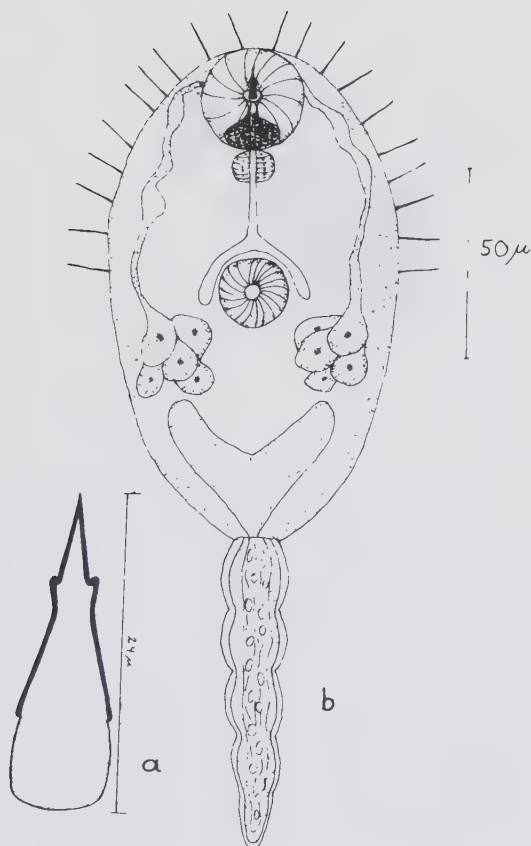


Abb. 2: Encystodendrium rotundum

a) Stilett der Cercarie

b) Cercarie

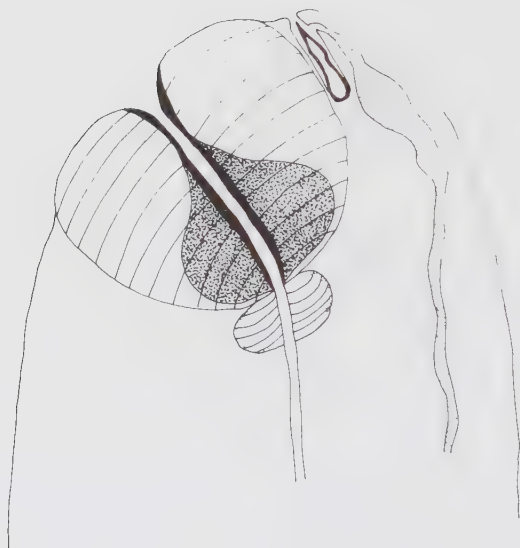


Abb. 3: *Encystodendrium rotundum*
Vorderer Körperabschnitt der Cercarie,
Lateralansicht (schematisiert)

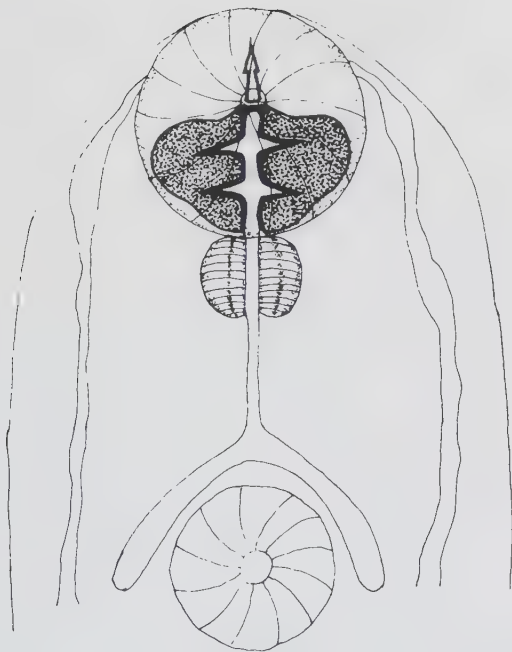


Abb. 4: Encystodendrium rotundum

Vorderer Körperabschnitt der Cercarie,
Ventralansicht (schematisiert)



Abb. 5: Encystodendrium rotundum

Exkretionssystem der Cercarie

b) Die Biologie

Die Cercarien, die die Sporocyste aktiv verlassen haben, gelangen über die Mantelhöhle ins freie. Sie halten sich nicht, wie einige Autoren von anderen Virgula-Cercarien berichten nach dem Ausschlüpfen noch einige Zeit in der Schnecke auf. Bei der Sektion befallener Schnecken wurden reife Cercarien immer nur innerhalb der Sporocysten gefunden. Das Ausschlüpfen der Cercarien aus der Schnecke wird durch die Erhöhung der Wassertemperatur, jedoch

nicht durch die Erhöhung der Lichtintensität begünstigt. Maximal schlüpften aus einer Schnecke im Zeitraum von drei Tagen, wobei die Schnecke bei Zimmertemperatur gehalten wurde, achtzehn Cercarien. Bei der anschließenden Sektion der Schnecke wurden keine reifen Cercarien mehr gefunden. Die Sporocysten enthielten nur noch Keimballen und unreife Cercarien. Im Normalfall ist die Zahl der geschlüpften Cercarien im gleichen Zeitraum jedoch geringer, gewöhnlich bis zu zehn Tiere. Nach dem Ausschlüpfen bleiben die Cercarien gewöhnlich einige Minuten am Boden des Gefäßes liegen, wobei sie nur schwache Kontraktionen des Körpers ausführen. Nach einiger Zeit (drei bis fünf Minuten) beginnen sie mit Hilfe der Saugnäpfe spannerartig umherzukriechen. Dieses Umherkriechen dauert jedoch nur kurze Zeit. Danach beginnen sie zu schwimmen. Die Art der Schwimmbewegungen unterscheidet sich nicht wesentlich von der bei anderen Virgula-Cercarien beschriebenen; der beim Kriechen kontrahierte Schwanz wird gestreckt, der Körper ventral stark verbreitert und ventral eingebogen. Daraufhin führt der Schwanz S-förmige Bewegungen aus, wodurch der Körper passiv in pendelnde Bewegung gerät und sich aufrichtet. Die Cercarie schwimmt immer in vertikaler Richtung. Eine horizontale Bewegung konnte in keinem Fall beobachtet werden. Die Cercarie erreicht eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 0,5 - 1,0 cm/min. Nach etwa einer Minute stellt sie die Schwimmbewegungen ein, wobei der Schwanz wieder kontrahiert wird, und sinkt auf den Boden zurück. Während des Absinkens führt der Körper unregelmäßige Kontraktionen und Streckungen durch. Nach einer kurzen Ruhepause beginnt sie zunächst auf dem Boden zu kriechen, und danach wieder zu schwimmen. Die Cercarien reagieren auf Reize aus der Umgebung (Erhöhung der Temperatur, Licht, Erschütterung) kaum. Auf Berührung reagieren sie nur durch schnelleres Kriechen,

auf Strömung - im Gegensatz zu der Verhaltensweise der Cercarie von *Pleurogenes medians*, wie sie von NEUHAUS beschrieben wird - überhaupt nicht. Die Lebensdauer der Cercarien ist abhängig von der Temperatur. Bei Zimmertemperatur (18 - 20°C) beträgt sie nur drei bis vier Stunden, bei einer optimalen Temperatur von sieben bis zwölf Grad C dagegen vier bis fünf Stunden. Vor dem Absterben werfen die meisten Cercarien ihren Schwanz ab und führen Bohrbewegungen auf dem Boden des Gefäßes aus. Diese Verhaltensweisen müssen im Zusammenhang mit der Frage des Auffindens des zweiten Zwischenwirtes gesehen werden. Als zweite Zwischenwirte wurden bisher folgende Tiergruppen ermittelt: adulte Trichopteren, Ephemeriden, Plecopteren, sowie die Larven der genannten drei Tiergruppen (wobei natürlich immer die Larven während ihres Wasserlebens infiziert werden). Ein gerichtetes, zielstrebiges Aufsuchen der Zwischenwirte kommt nach der oben geschilderten Lebensweise der Cercarien offensichtlich nicht in Betracht. Trotzdem ist das Auffinden nicht rein zufällig. Trichopterenlarven beispielsweise erzeugen einen kontinuierlichen Atemwasserstrom, wobei das Wasser in die vordere Öffnung des Gehäuses einströmt, an dem weichhäutigen Abdomen vorbeigeführt wird und durch die hintere Öffnung wieder austritt. Es besteht also die Möglichkeit, daß die Cercarien von diesem Wasserstrom erfaßt werden und in das Innere des Köchers gelangen. Dort können sie sich an den Hinterkörper, der hier besonders weichhäutig ist, anheften. Diese Vermutungen werden durch folgendes Experiment gestützt: Schwimmende Cercarien, die vom Atemwasserstrom erfaßt und in den Köcher eingesogen werden, kommen zum größten Teil am Hinterende des Gehäuses nicht mehr zum Vorschein. Kriechende Cercarien werden dagegen in den meisten Fällen nicht eingesogen. Die Verhältnisse bei den anderen Zwischen-

wirtsgruppen liegen ähnlich. Hierbei gibt es aber außer der Chance in den Atemwasserstrom zu gelangen, noch eine andere Möglichkeit der Infektion. Die schwimmenden Cercarien können beim Absinken auf den zweiten Zwischenwirt fallen und an eine weichhäutige Stelle des Körpers kriechen, um sich dann einzubohren. Die oben erwähnten Kontraktionen und Streckungen des Körpers können in diesem Zusammenhang als Suchbewegungen gedeutet werden. Es zeigt sich also, daß die Lebensweise der Cercarie eine gerichtete aktive Wirtsauffindung nicht zuläßt. Die Chance, passiv auf einen zweiten Zwischenwirt zu gelangen, wird jedoch beträchtlich erhöht. Außer Trichopteren, Plecopteren und Ephemeriden und deren Larven konnten keine weiteren Tiergruppen als natürliche zweite Zwischenwirte gefunden werden. Libellen- und Dytisciden-Larven sowie Gammariden, die aus Bächen stammten, in denen Bythiella vorkommt, wurden in großer Zahl untersucht, ohne daß diese Metacercarien-Art gefunden werden konnte. Ebenso gelang bei diesen Tieren keine künstliche Infektion.

c) Die Encystierung im zweiten Zwischenwirt

Das Einbohren der Cercarie in den zweiten Zwischenwirt ist sehr schwer zu beobachten. Im Fall der hier untersuchten Cercarie konnte der Vorgang nur zweimal beobachtet werden. Als Zwischenwirt dienten dabei Trichopterenlarven, die aus dem Köcher herauspräpariert worden waren. Die aus der Schnecke geschlüpften Cercarien wurden mit Hilfe einer Pipette auf das weichhäutige Abdomen der Larve gebracht, das vorher von Kopf und Thorax abgetrennt worden war. Vollständige Larven bewegten sich so heftig, daß eine Beobachtung des Einbohrvorganges unmöglich ist.

Die Cercarie begann, sobald sie auf den zweiten Zwischenwirt gelangt war, nicht sofort mit dem Einbohren. Sie kroch zunächst spannerartig umher und unternahm zahlreiche Bohrversuche, die wahrscheinlich dazu dienten, eine weiche Stelle der Kutikula zu finden. Bei beiden beobachteten Fällen wurde die Verbindungsstelle zweier Segmente gewählt. Danach begann der eigentliche Einbohrvorgang. Die Cercarie heftete sich mit dem Mundsaugnapf an der Kutikula an, wobei Körper und Schwanz senkrecht oder schräg zur Körperoberfläche des Wirtes standen. Nach der Anheftung begann der Cercarienkörper rhythmische "peristaltische" Bewegungen auszuführen, die wahrscheinlich dazu dienten, die Arbeit des Stiletts zu unterstützen und das Ausfließen des Bohrdrüsensekrets zu erleichtern. Nach einigen Minuten wurden diese Bewegungen langsamer, da offensichtlich die Kutikula durchstoßen war und die entstandene Öffnung nur noch durch das Sekret der Bohrdrüsen erweitert werden mußte. Nach zwanzig bis dreißig Minuten war der ganze Vorgang beendet und die Cercarie verschwand im Körper der Insektenlarve. Der Schwanz wurde in einem der beobachteten Fälle während des Bohrvorganges abgeworfen, beim anderen mit in den Körper der Larve gezogen. Nach dem Eindringen in die Trichopterenlarve begann die Cercarie sofort mit der Encystierung. Schon nach kurzer Zeit bildete sie eine erste Cystenhülle, wahrscheinlich auf die gleiche Art wie sie von NEUHAUS für die Cercarie von *Pleurogenes medians* beschrieben wird. Das Virgula-Organ war jedenfalls nach ca. zwanzig Stunden nicht mehr zu erkennen. Das Stilett, das bei der gerade eingedrungenen Cercarie noch vorhanden war, wurde nicht abgeworfen, sondern im Verlauf von ca. sechs Tagen zurückgebildet. Die Auflösung begann am unteren, breiteren Teil und setzte sich nach der Spitze hin fort.

Die Exkretionsblase, deren Inhalt bei der freien Cercarie aus einer klaren Flüssigkeit bestand, füllte sich allmählich mit einem körnigen, stark lichtbrechenden Granulat. Diese Substanz, die im Auflicht eine weiße Farbe zeigt, besteht wahrscheinlich aus auskristallisierten Exkretstoffen, die gespeichert werden müssen, da sie von der Metacercarie nicht nach außen abgegeben werden können. Während dieser Zeit wurde auch die Cystenhülle weiter verstärkt, sowohl von der Metacercarie selbst, als auch vom Zwischenwirt, der eine eigene Hülle um die Metacercarie bildete, in die auch schwache Tracheenäste hineinführen.

Nach acht Tagen ist die Metacercarie infektiösfähig. Versuche, Vögel mit jüngeren Metacercarien zu infizieren, schlugen in allen Fällen fehl. Das bedeutet, daß die Cercarie eine Umwandlung in physiologischem Sinne durchmacht. Sie stellt sich vom Leben im freien Wasser mit niedriger Ionenkonzentration und geringem osmotischen Druck auf die Bedingungen um, die sie später im Darm des Endwirtes erwarten (höhere Ionenkonzentration, hoher osmotischer Druck). Ich halte es deshalb für besser, zumindest in diesem Fall, die Insektenlarven als zweite obligatorische Zwischenwirte zu bezeichnen. Von Hilfswirten sollte man nur dann sprechen, wenn keine physiologischen Umstellungen erfolgen, sondern nur eine Art Phoresie vorliegt.

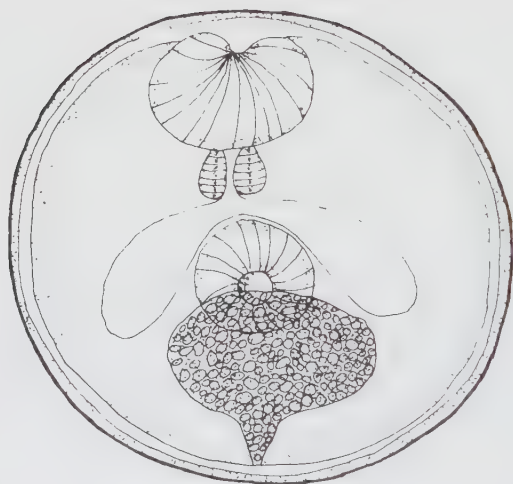
4. Die Metacercarie

Der Durchmesser der Cyste der infektionsfähigen Metacercarie beträgt 0,110 - 0,130 mm. Die Wandung der Cyste besteht aus zwei Schichten, einer kräftig entwickelten inneren, die vom Parasiten gebildet wird, und einer dünnen äußeren, die vom Wirt hervorgebracht wird. Die äußere, dünnere Schicht ist häufig von Ausläufern von Tracheenästen durchzogen, die nie in die innere Hülle hineinreichen. Beide Schichten lassen sich leicht voneinander trennen, so daß die äußere Schicht beim Herauspräparieren der Cyste aus dem Gewebe der Insektenlarve oftmals bereits abgelöst wird, und dann nicht mehr zu erkennen ist. Die Gesamtstärke der Cystenhülle beträgt 0,004 - 0,005 mm.

Der terminal gelegene Mundsaugnapf der in der Cyste liegenden Metacercarie hat einen Durchmesser von 0,030 - 0,033 mm. Der etwas kleinere in der Mitte des Körpers gelegene Bauchsaugnapf erreicht einen Durchmesser von 0,024 - 0,027 mm. Unmittelbar an den Mundsaugnapf schließt sich der Pharynx an. Seine Länge beträgt 0,015 mm, seine Breite 0,021 mm. Die gut ausgebildeten Darmschenkel erreichen die Höhe des hinteren Randes des Acetabulums. Die Anlagen der Genitaldrüsen, der Vitellarien und der Genitalpapille sind noch nicht zu erkennen. Die Exkretionsblase ist sehr stark entwickelt. Sie hat eine dreieckige bis tropfenförmige Gestalt und erstreckt sich vom hinteren Ende des Körpers bis in die Höhe des Acetabulums. Ihr Inhalt besteht aus dem schon im vorhergehenden Kapitel erwähnten körnigen Granulat.

Die Metacercarien kommen - wie bereits erwähnt - in Trichopteren-, Ephemeriden- und Plecopteren-Larven vor, wobei die Artzugehörigkeit des Zwischenwirtes

keine besondere Rolle spielt. Die befallenen Larven enthalten immer eine große Anzahl Metacercarien. Daneben kommen in diesen Insektenlarven auch noch die Metacercarien von *Skrjabinophyetes repens* BREGENZER 1916, BRENDOW n. comb. (1970) vor, die sich jedoch in morphologischer und anatomischer Hinsicht gut von den Metacercarien von *Encystodendrium rotundum* unterscheiden lassen. Neben den Insektenlarven wurden auch deren Imagines auf einen Befall untersucht. Die Tiere stammten aus dem Gebiet, in dem auch die befallenen Larven gesammelt worden waren. Die Untersuchung ergab, daß auch sie mit Metacercarien infiziert waren. Die Tiere hatten sich also während ihres Lebens als Larve im Wasser infiziert. Ebenso enthielten adulte Trichopteren, die von der Larve über die Puppe bis zur Imago im Glasbecken gehalten wurden, infektiösfähige Metacercarien. Die Ergebnisse bei den anderen Wirtstiergruppen waren gleichartig. Die Metacercarien bleiben also während der gesamten Metamorphose der Insektenlarve in ihrem Wirt.



100 μ

Abb. 6: Encystodendrium rotundum
Metacercarie

5. Der adulte Trematode

a) Morphologie

Die Körperform des Trematoden ist nicht abgeflacht, sondern kugelförmig. Die "Cuticula" ist im gesamten Körperbereich fein bestachelt. Die beiden Saugnäpfe sind nur schwach entwickelt, wobei der Mundsaugnapf das Acetabulum an Größe übertrifft. An den subterminal gelegenen Mundsaugnapf schließt sich direkt der Pharynx an. Nach diesem folgt ein kurzer Ösophagus, der nach der Bifurkation in zwei voluminöse, halbkreisförmig verlaufende Darmcaeca übergeht, die fast bis zum Körperhinterende reichen. Die Geschlechtsdrüsen liegen etwa auf gleicher Höhe in der hinteren Körperhälfte. Die beiden schwach gelappten Hoden sind immer wesentlich größer als das Ovar und zeigen in ihrer Form eine große Variationsbreite. Das Vas deferens führt zu einem kleinen schwach entwickelten Cirrus; ein Cirrusbeutel fehlt. Das Ovar ist im Gegensatz zu den Testes stark gelappt. Die Form variiert ebenfalls sehr stark. Es liegt dicht hinter dem Acetabulum, nach rechts oder links verschoben. Die Uterusschlingen füllen den gesamten Hinterkörper und den Vorderkörper bis zur Darmbifurkation aus. Im hinteren Körperdrittel, etwa in der Mitte zwischen Acetabulum und Körperhinterende liegt die kräftig entwickelte Genitalpapille, die die Geschlechtsausführgänge enthält. Der Dotterstock besteht aus zwei Ästen, die auf der Höhe der Bifurkation beginnen und an beiden Körperseiten bis fast zur Körpermitte verlaufen. Die Dotterfollikel sind relativ groß und haben eine runde Gestalt. Die Eier sind kastanienbraun, oval, dickschalig und mit einem Deckel versehen. Sie besitzen an dem dem Deckel gegenüberliegenden Pol einen kleinen Endstachel.

Die Vermessung von zehn Exemplaren ergab die in der nachstehenden Tabelle zusammengefaßten Meßwerte. Die Maßzahlen werden in mm angegeben. Bei den Genitaldrüsen wurde als Länge der größte Durchmesser, als Breite der kleinste Durchmesser, der senkrecht darauf steht, gemessen.

Körperdurchmesser		2,4 - 4,5
Mundsaugnapf	Länge	0,278 - 0,334
	Breite	0,264 - 0,520
Bauchsaugnapf	Länge	0,195 - 0,264
	Breite	0,210 - 0,300
Pharynx	Länge	0,129 - 0,165
	Breite	0,120 - 0,150
Testes	Länge	1,225 - 1,575
	Breite	0,420 - 1,050
Ovar	Länge	0,516 - 0,780
	Breite	0,324 - 0,540
Eier	Länge	0,029 - 0,031
	Breite	0,015

Tabelle 1: Maßtabelle für *Encystodendrium rotundum*

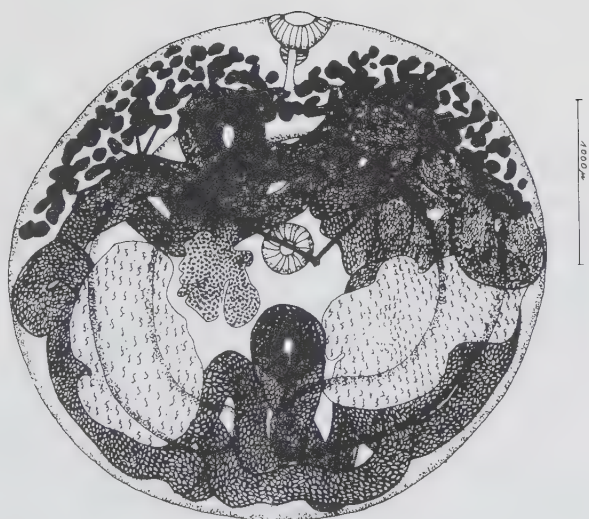


Abb. 7: Encystodendrium rotundum

Adulter Trematode

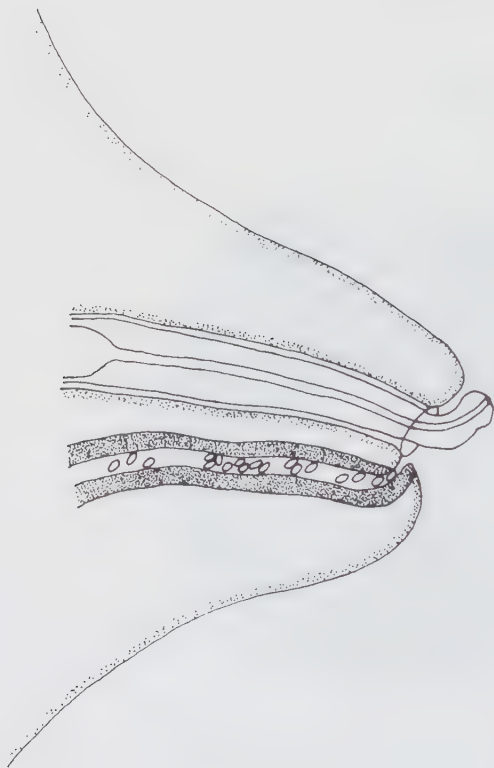


Abb. 8: Encystodendrium rotundum

Genitalpapille (halbschematisiert)

b) Die Einordnung in das System der Digenea

Bei der Einordnung des Trematoden in das System der Digenea wurden vor allem zwei Gesichtspunkte berücksichtigt: 1. Die Morphologie des adulten Tieres und 2. die Morphologie der Larvenformen, insbesondere die der Cercarie. Die Lebensweise des Tieres wurde weitgehend außer Betracht gelassen, zumal es wegen der eigentümlichen Lebensweise keine Vergleiche gibt. Der systematischen Einordnung wurde das System von YAMAGUTI (1958) zugrunde gelegt.

Die Morphologie des adulten Trematoden rechtfertigt nach der oben gegebenen Beschreibung bis auf einen Punkt die Einordnung in die Familie der Lecithodendriidae ODHNER 1911. Dieser Punkt betrifft die Länge der Darmcaeca. Nach YAMAGUTI 1958 erreichen sie bei den Angehörigen der Familie Lecithodendriidae in keinem Fall das Hinterende des Körpers. Bei dem vorliegenden Tier ist dies jedoch der Fall. Ich schlage daher vor, die Familiendiagnose dahingehend zu erweitern, daß man das Kriterium der Länge der Caeca bei der Familiencharakteristik außer acht läßt.

Neben der Morphologie des adulten Tieres sprechen noch die gefundenen Larvenformen für eine Einordnung in die oben genannte Familie: Cercarien des Virgula-Typs kommen nur bei den Angehörigen der Familie der Lecithodendriidae vor, wobei allerdings einschränkend erwähnt werden muß, daß bisher nur ein Bruchteil der Lebenszyklen bekannt geworden ist.

Die Einordnung des Tieres in eine der Unterfamilien geschah vor allem aufgrund folgender fünf Merkmale: 1. das Vorhandensein eines Cirrus, 2. das Vorhandensein eines Cirrusbeutels, 3. die postacetabulare, me-

	Cirrus vor- handen	Cirrusbeutel vorhanden	Lage der Ge- schlechtsöffnung median, postace- tabular	Lage der Vi- tellarien prae- acetabular	Lage der Ge- schlechtsdrüsen postacetabular
Ganeoninae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	-	-
Pleurogenetinae					
LOOS, 1899	+	+	-	+	+
Prosotocinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	-	-
Cryptotropinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	+
Exotidendriinae					
MEHRA, 1935	+	+	-	+	+
Frostodendriinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	-
Parabasciinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	+
Maxbrauninae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	+
Cephallophallinae					
YAMAGUTI, 1958	+	-	-	+	+
Castroliinae					
YAMAGUTI, 1958	-	-	+	-	+
Allassogonoporinae					
SKARBILOVICH, 1948	-	-	-	+	+
Lecithodendriinae					
LOOS, 1902	+	+	+	-	-
Phaneropsolinae					
MEHRA, 1935	+	+	-	+	+
Leyogoniminae					
DOLLFUSS, 1951	+	+	-	+	+
Basantisiinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	+
Pycnoporinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	+
Vesperugidendriinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	-	+	+
Echinuscodendriinae					
YAMAGUTI, 1958	-	-	+	+	+
Limatulinae					
YAMAGUTI, 1958	+	+	+	+	+
Encystodendrium rotundum	+	-	+	+	+

Tabelle 2: Vergleich der Morphologie von *Encystodendrium rotundum* mit den Unterfamiliendiagnosen anhand von fünf Merkmalen

diane Lage der Geschlechtsöffnung, 4. die praeacetabulare Lage der Vitellarien, und 5. die postacetabulare Lage der Geschlechtsdrüsen.

Eine Zusammenstellung der bestehenden Unterfamilien unter der Berücksichtigung der fünf genannten Kriterien ist in Tabelle Nr. 2 gegeben.

Für die Einordnung des neuen Trematoden kommt nur die Unterfamilie Limatulinae in Betracht. Er unterscheidet sich von deren Gattungen und Arten lediglich durch das Fehlen eines Cirrusbeutels.

Ich ordne deshalb den Trematoden in die Unterfamilie Limatulinae ein, wobei ich die Unterfamiliendiagnose wie sie YAMAGUTI gibt, in den die Länge der Caeca betreffenden Punkten gemäß der neuen Familiendiagnose der Lecithodendriidae und im Hinblick auf das Fehlen eines Cirrusbeutels abändere.

Die Unterfamiliendiagnose der Limatulinae lautet demnach folgendermaßen: Lecithodendriidae. Körper oval, elliptisch oder birnenförmig, bestachelt oder unbestachelt. Mundsaugnapf groß oder klein, Ösophagus sehr kurz oder mäßig lang. Caeca kurz oder lang, bisweilen das Körperhinterende erreichend. Acetabulum klein oder mäßig groß, äquatorial oder prääquatorial gelegen. Testes symmetrisch oder subsymmetrisch, in der acetabularen oder postacetabularen Zone gelegen. Cirrusbeutel, soweit vorhanden und Genitalporus lateral oder hinter dem Acetabulum gelegen. Ovar vorne, lateral oder posterolateral zum Acetabulum gelegen. Vitellarien größtenteils prae- oder extracaecal gelegen. Uterus den größten Teil des Hinterkörpers einnehmend. Exkretionsblase V-förmig.

Die Unterfamilie Limatulinae besteht aus vier Gattungen: Ophiosacculus MACY 1935, Retortosacculus YAMAGUTI 1958, Limatulum TRAVASSOS 1921 und Gyrabascus MACY 1935. Von allen vier Gattungen unterscheidet sich der neue Trematode durch zwei Merkmale: Die Länge der Darmcaeca und durch das Fehlen eines Cirrusbeutels. Von den Angehörigen der Gattungen Ophiosacculus, Limatulum und Retortosacculus unterscheidet er sich zusätzlich durch die postacetabulare Lage der Geschlechtsdrüsen.

Die oben angegebenen Unterschiede erlauben es nicht, den neuen Trematoden in eine der Gattungen dieser Unterfamilie zu stellen. Es erscheint daher sinnvoll, eine neue Gattung zu errichten, für die ich den Namen Encystodendrium vorschlage. Sie erhält folgende Gattungscharakteristik: Lecithodendriidae, Limatulinae: Körper nicht abgeflacht, sondern mehr oder weniger rund, bestachelt; Mundsaugnapf terminal oder subterminal. Pharynx schwach entwickelt, Ösophagus ziemlich kurz. Die nicht in sich gewundenen Caeca enden hinter den Testes kurz vor dem Körperhinterende. Testes postacetabular. Ovar drei-fünffach gelappt dorsolateral oder postdorsolateral zum Acetabulum gelegen. Uterus stark gewunden, den ganzen Körper bis zu den Vitellarien ausfüllend. Eier klein. Vitellarien in der vorderen Körperhälfte gelegen, follikulär, in Höhe des Pharyns beginnend. Genitalporus postacetabular in der Körpermitte gelegen. Einzeln in Cysten in der Darmwand lebend.

Die Gattung besteht aus der Art Encystodendrium rotundum. Die Trematoden wurden aus experimentell infizierten Vögeln isoliert.

c) Die Entwicklung der Metacercarie zum adulten Trematoden

Die Entwicklung der Metacercarie zum adulten Trematoden wurde an infizierten Haussperlingen verfolgt. Am zweiten, dritten, sechsten und achten Tage p. i. wurde eines der Tiere getötet. Die bei der Sektion gefundenen Trematoden wurden aus ihrer Cyste herauspräpariert und auf ihren Entwicklungszustand untersucht. Bei der Sektion am zweiten Tage p. i. hatten die jungen Trematoden noch keine außen am Darm sichtbare Cyste gebildet. Drei Tage p. i. hatten die nunmehr in Cysten lebenden jungen Trematoden eine Größe von 0,600 - 0,700 mm erreicht.¹⁾ Die Anlage der Genitalpapille und die Geschlechtsdrüsen sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht zu erkennen. Dagegen sind die Darmcaeca gut entwickelt und erreichen bereits das Hinterende des Körpers. Sie sind im Verhältnis zur Körpergröße stärker ausgebildet als beim adulten Trematoden. Dieser Befund ist wahrscheinlich auf den gesteigerten Stoffwechselumsatz während der Wachstumsphase zurückzuführen. Am fünften Tage sind die Genitalpapille, die Testes und das Ovar voll entwickelt. Die Trematoden haben zu diesem Zeitpunkt eine Größe von 1,00 - 1,200 mm erreicht. Die Uterusschlingen mit den ersten unreifen Eiern sind am sechsten Tage zu erkennen. Die Größe der Tiere beträgt dann 1,500 mm. Acht Tage p. i. enthält der Uterus die ersten braungefärbten reifen Eier. Ihre Abgabe in das Darmlumen erfolgt jedoch frühestens am zehnten Tage p. i. Erst dann können sie im Kot der Vögel gefunden werden. Die Entwicklung des Trematoden von der Metacercarie bis zum trächtigen Adultus dauert also etwa

1) Eine histologische Untersuchung über die Encystierung der juvenilen Stadien des Parasiten und die pathologischen Folgen des Befalls wird zur Zeit durchgeführt.

acht bis zehn Tage. Die Körpergröße bei der ersten Eiabgabe beträgt etwa 2,00 mm. Das Größenwachstum ist damit jedoch noch nicht beendet. Das geschlechtsreife Tier erreicht seine endgültige Größe erst am vierzehnten bis sechzehnten Tage p. i.

d) Die Lebensweise des adulten Trematoden

Bei der morphologischen Beschreibung wurde bereits erwähnt, daß der Trematode fast ausnahmslos einzeln in der Darmwand eingekapselt lebt, wobei die Kapsel durch eine Öffnung mit dem Darmlumen in Verbindung steht. Selten auftretende Kapseln, in der zwei Trematoden leben, entstehen nicht dadurch, daß sie durch zwei Tiere gebildet werden. Jedes Tier bildet vielmehr primär seine eigene Kapsel. Sobald jedoch zwei Metacercarien sehr nahe beieinander in die Darmwand eindringen, kann während des Größenwachstums der jungen Trematoden die Trennwand durchbrochen werden. Auf diese Weise kann sekundär eine gemeinsame Kapsel entstehen. Diese Fälle treten jedoch nur bei sehr starker künstlicher Infektion auf. Im Normalfall leben die Parasiten einzeln in ihrer Kapsel. Diese Tatsache ist um so bemerkenswerter, als die anderen in Kapseln oder Cysten lebenden Trematoden-Arten immer paarweise vorkommen. Hiervon machen nur die Paragonimidae eine Ausnahme, die in seltenen Fällen auch einzeln leben können.

Die Kapseln von *Encystodendrium rotundum* haben etwa Erbsengröße und sind am herauspräparierten Darm äußerlich deutlich sichtbar. Sie sind vorwiegend im Bereich des Duodenums konzentriert. Am hinteren Teil des Darmes kommen sie nur vereinzelt vor. Die Kapselwandung wird von der Muscularis propria gebildet, wie aus

Schnitten durch die Kapsel mit dem darin befindlichen Trematoden sichtbar wird (Abb. 9). Die Lage des Tieres ist dabei immer so, daß die Genitalpapille, die sehr weit ausgestreckt werden kann (Abb. 10), in das Darmlumen hineinragt. Da die Kapseln oft sehr nahe beieinander liegen, ist es dem Tier durchaus möglich, mit einem anderen in Verbindung zu treten und die wechselseitige Begattung zu vollziehen. Die zweite - unter natürlichen Bedingungen wohl aber nur ausnahmsweise gegebene - Möglichkeit zur Fremdbegattung ist dann vorhanden, wenn zwei Trematoden in einer Doppelkapsel leben. Das würde jedoch voraussetzen, daß die Tiere in der Lage wären, sich in der Kapsel zu drehen. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Tiere in der Kapsel Bewegungen ausführen können, ist jedoch sehr gering, da die Saugnäpfe im Verhältnis zur Größe des Tieres nur schwach entwickelt sind. Das zeigt sich besonders an Tieren, die aus ihrer Kapsel herauspräpariert wurden. Sie sind nicht in der Lage, sich am Boden des Gefäßes mit Hilfe der Saugnäpfe oder durch Streckung und Kontraktion fortzubewegen. Eine Begattung im Darmlumen kann nicht stattfinden, da die adulten Tiere ihre Kapsel nicht verlassen können und die juvenilen Parasiten schon vor der Erreichung der Geschlechtsreife ihre Kapsel bilden. Neben der Fremdbegattung findet wahrscheinlich Selbstbegattung statt.

Der Darm des Trematoden ist im Leben mit einer grünlichen Masse gefüllt. Diese besteht jedoch nicht aus Chylus. Es handelt sich vielmehr, wie der histologische Schnitt durch Darm, Pharynx und Ösophagus erkennen läßt, um Erythrocyten und Zerfallsmaterial der Propria und der Muscularis propria.

Die Zahl der Trematoden, die im Darm eines Tieres bei künstlicher Infektion leben können, richtet sich nach der Größe des Wirtes. Während z. B. bei *Passer domesticus* maximal zwanzig adulte Tiere gefunden werden konnten, kann die Zahl bei *Corvus corone* bis zu einhundert betragen, ohne daß bei den Tieren sichtbare Schädigungen auftreten. Auch die Lebensdauer ist möglicherweise wirtsabhängig; sie betrug bei juvenilen Elstern drei bis vier Monate.

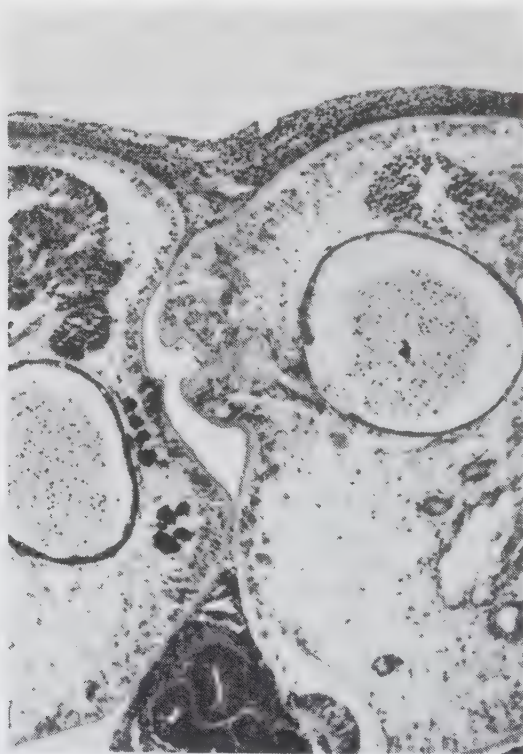


Abb. 9: *Encystodendrium rotundum*

Schnitt durch eine Kapsel mit zwei Trematoden

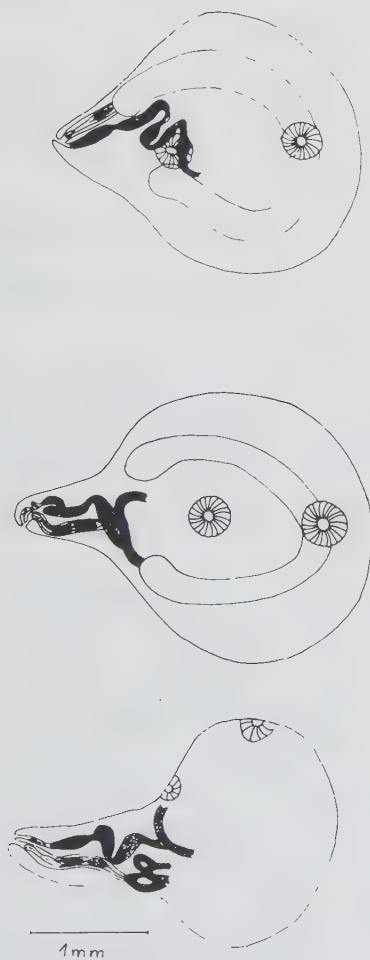


Abb. 10: *Encystodendrium rotundum*

Adulte Trematoden mit ausgestreckter
Genitalpapille

e) Die experimentellen und natürlichen Wirte von
Encystodendrium rotundum

Zur Feststellung des Wirtsspektrums von *Encystodendrium rotundum* wurden Infektionsversuche bei verschiedenen Vertretern aus allen Klassen der Vertebraten mit Ausnahme der Fische gemacht.

Aus der Klasse der Amphibien wurde der Wasserfrosch, *Rana esculenta*, aus der Klasse der Reptilien die Zauneideckse, *Lacerta agilis* infiziert. Beide Versuche ergaben ein negatives Ergebnis.

Die Infektionsversuche mit Vögeln dagegen ergaben in fast allen Fällen positive Ergebnisse. Im einzelnen wurden aus der Klasse der Aves folgende Arten infiziert:

Fringillidae:	<i>Passer domesticus</i> L. <i>Passer montanus</i> L. <i>Chloris chloris</i> L.
Turdidae:	<i>Turdus merula</i> L.
Corvidae:	<i>Corvus corone</i> L. <i>Corvus frugilegus</i> L. <i>Pica pica</i> L.
Sturnidae:	<i>Sturnus vulgaris</i> L.
Phasianidae:	<i>Gallus domesticus</i> L.
Gyrantes:	<i>Columba domestica</i> L.

Die einzigen Mißerfolge waren Infektionsversuche mit adulten Brieftauben. Das ist möglicherweise auf den langen Aufenthalt der Nahrung im Kropf und im Magen zurückzuführen, wobei die Metacercarien absterben.

Aus der Klasse der Mammalia wurden die Hausspitzmaus, *Crocidura russula* und die weiße Labormaus infiziert. Der Versuch mit der Spitzmaus verlief negativ. Die

weiße Labormaus eignete sich schlecht als Endwirt. Bei drei infizierten Tieren konnten in einem Fall nach vierzehn Tagen zwei Trematoden gefunden werden. Sie waren wesentlich kleiner als die Tiere aus Vögeln und noch nicht geschlechtsreif. Die Innenwand der Kapsel bestand nicht - wie im Normalfall - aus lebender Substanz, sondern war weiß und von talgartiger Konsistenz. Die Parasiten waren offensichtlich in der Entwicklung stehengeblieben und kurz vor dem Absterben.

Aus diesen Ergebnissen kann geschlossen werden, daß fast alle Vögel als potentielle Endwirte für Encystodendrium in Frage kommen. Sie stellen wohl auch den Großteil der natürlichen Wirte. Für diese Vermutung spricht auch die Tatsache, daß die Schnecken an den Stellen wesentlich stärker infiziert sind, die von den Insektenfressern unter den Vögeln als Lebensbereiche bevorzugt werden. -

Als natürliche Endwirte konnten bisher zwei Vogelarten und die Gelbhalsmaus ermittelt werden. Am Darm eines Kleibers, der aus dem Gebiet des Vogelsberges stammte, wurde eine Kapsel gefunden, die einen noch lebenden Trematoden enthielt. Leider konnte der Parasit nicht unbeschädigt aus seiner Kapsel herauspräpariert werden. Die Zugehörigkeit zur Art Encystodendrium rotundum ließ sich jedoch auch am beschädigten Tier eindeutig nachweisen. Außerdem wurde eine Kapsel am Darm einer Amsel, die aus dem Gebiet des Kreises Waldeck stammte, gefunden. Die Kapsel enthielt jedoch keinen lebenden Trematoden mehr. MEMARAN (1970) fand den Parasiten im November 1968 in zwei Gelbhalsmäusen, die er an einem Bach gefangen hatte, der mit Bythinellen besetzt war.

f) Die Reaktion des Wirtes auf den Befall mit
Encystodendrium rotundum

Die Reaktionen der Wirtstiere auf den Befall mit Encystodendrium sind sehr unterschiedlich.

Infektionsrate	Passer	Turdus	Corvus
30-50 Metacercarien (2-3 Tri-chopteren-Larv.)	keine pathologischen Erscheinungen	keine pathologischen Erscheinungen	keine pathologischen Erscheinungen
50-100 Metacercarien (3-5 Tri-chopteren-Larv.)	starke Diarrhoe	keine pathologischen Erscheinungen	keine pathologischen Erscheinungen
100 Metacercarien (> 5 Tri-chopteren-Larv.)	letal	Diarrhoe	keine pathologischen Erscheinungen

Tabelle 3: Die Reaktion dreier Endwirte auf den Befall mit Encystodendrium rotundum bei verschiedenen Infektionsraten.

Größere Vögel (Corvus, Pica, Gallus) zeigen selbst bei massiver Infektion keinerlei Krankheitssymptome. Das gleiche kann man bei kleineren Vögeln (Turdus, Passer) feststellen, wenn die Tiere mit nur wenigen Metacercarien infiziert werden. Stärker infizierte Tiere reagieren jedoch empfindlich auf den Parasitenbefall. Die Tiere sind nicht mehr so lebhaft, sie sträuben oft die Federn und halten sich nicht mehr so sauber wie ihre nicht infizierten Artgenossen. Daneben leiden sie an starker Diarrhoe. Die Kotabgabe erfolgt in kürzeren Zeitabständen als bei gesunden Tieren, wobei der Kot aus einer wäßrigen Flüssigkeit besteht, die nur sehr wenig Harnsäure, kaum feste Bestandteile, jedoch häufig Blut enthält. Bei sehr massiven Infektionen

kann es sogar zu Tod der Tiere kommen. Bei der Sektion der Tiere erkennt man, daß der Darm an den Stellen, an denen die Cysten liegen, Entzündungen aufweist, die oft, wenn ein Blutgefäß zerstört worden ist, blutunterlaufen sind.

Diese Krankheitserscheinungen gehen jedoch nach etwa acht Tagen wieder zurück. Die Tiere erholen sich selbst bei starker Infektion vollständig. Die krankhaften Zustände sind also vor allem auf die Verletzung der Darmwand durch den Parasiten zurückzuführen, wobei Entzündungen entstehen, die vielleicht sogar zu Sekundärinfektionen führen können. Nachdem die Cyste gebildet worden ist, und die verwundeten Stellen verheilt sind, schädigt der Parasit den Wirt nicht mehr wesentlich. Die oben genannten Krankheitserscheinungen treten nur bei starker Infektion auf. In der freien Natur wird es jedoch nur selten zu solch massiven Infektionen kommen, so daß der Parasit im allgemeinen nicht zu einer Gefährdung für seinen Wirt wird.

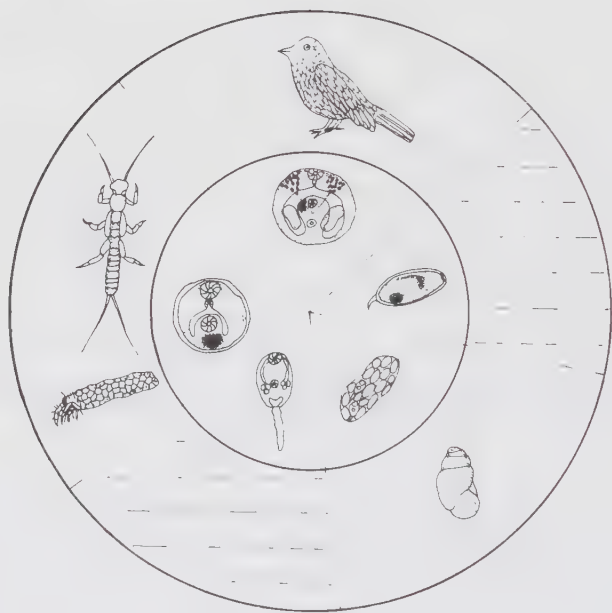


Abb. 11: Encystodendrium rotundum

Der Entwicklungszyklus im Schema

II. Nephrotrema truncatum LEUCKART (1842)

1. Die Redie

Die Redien, in denen sich die Cercarien entwickeln, haben eine spindelförmige, langgestreckte Gestalt. Sie erreichen eine maximale Länge von 0,800 mm und eine Breite von 0,140 mm. Der gut entwickelte Pharynx hat eine Länge von 0,036 mm und eine Breite von 0,039 mm. An den Pharynx schließt sich ein kurzer Ösophagus an, der in den schwach entwickelten, kugelförmig gestalteten Darm mündet. Ösophagus und Darm erreichen zusammen eine Länge von 0,048 mm. Der Darm hat an seiner breitesten Stelle einen Durchmesser von 0,033 mm. Das gesamte übrige Lumen des Körpers ist mit Cercarien aller Reifegrade und mit Keimballen erfüllt, deren Zahl bis zu achtzehn betragen kann. Die am weitesten entwickelten Cercarien befinden sich dabei in der vorderen Region des Körpers, während die noch undifferenzierten Keimballen im Hinterkörper der Redie liegen. Sonstige Organe, die bei Redien vorhanden sein können (Stummelfüße, Geburtsöffnung) fehlen. Auffallend sind Einschnürungsstellen, die meist im Hinterkörper der Redie liegen (Abb. 12). Die abgeschnürten Teile können ebenfalls Keimballen enthalten. Möglicherweise handelt es sich bei diesen Abschnürungen um eine Vermehrung der Zahl der Redien. Ein ähnlicher Vorgang kann ja bei den Sporocysten mancher Trematoden (z. B. *Pleurogenes medians*) beobachtet werden.

Die Redien sind aus eigener Kraft nur zu langsamen Kontraktions- und Arümmungsbewegungen fähig. Enthalten sie jedoch reife Cercarien, die sich ihrerseits im Redienkörper schnell bewegen, so geraten dadurch die Redien ebenfalls in eine schnellere passive Bewegung. Die Larven leben innerhalb der Schnecke vorwiegend

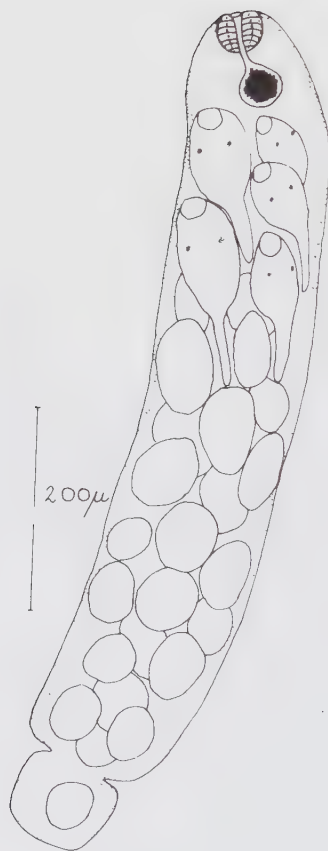


Abb. 12: Nephrotrema truncatum

Redie

im unteren Teil des Eingeweidesacks. Sie können schon wegen ihrer Größe nicht in die oberen Windungen der Schneckenschale eindringen. Die Zahl der Redien, die in einer Schnecke gefunden werden konnte, betrug maximal zehn Tiere.

2. Die Cercarie

a) Morphologie

Der feinbestachelte Cercarienkörper hat eine lanzettliche, hinten abgestumpfte Gestalt. Seine Länge beträgt etwa 0,150 mm. Seine größte Breite erreicht er mit 0,075 mm im vorderen Drittel. Das vordere Viertel des Tieres ist mit Sinneshaaren von 0,005 mm Länge besetzt. Der terminal gelegene, stark bestachelte Mundsaugnapf hat eine maximale Länge von 0,039 mm und eine Breite von 0,030 mm. Ein Bauchsaugnapf ist nicht vorhanden. Die beiden pigmentierten Augenflecken liegen am Ende des ersten Drittels des Cercarienkörpers. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,006 mm. Die Bohrdrüsen liegen etwa in der Mitte des Körpers. Ihre Ausführgänge sind nur sehr schwer zu erkennen. Sie führen zwischen den beiden Augenflecken nach vorne zum Mundsaugnapf. Die Zahl der Bohrdrüsen beträgt etwa fünfzehn bis zwanzig. Die Exkretionsblase hat eine runde bis ovale Gestalt.

Die Länge des sehr kräftig entwickelten Schwanzes übertrifft mit 0,270 mm die Länge des Cercarienkörpers bei weitem. Seine Breite beträgt an der Wurzel 0,030 - 0,035 mm. Charakteristisch ist ein am Ende des Schwanzes durch Rippen verstärkter Flossensaum.



Abb. 13: Nephrotrema truncatum

Cercarie

b) Biologie

Die Cercarie beginnt, sobald sie ins freie Wasser gelangt ist, nicht sofort zu schwimmen. Sie liegt zunächst ruhig am Boden. Kriechende Bewegungen, wie sie bei anderen Cercarien beobachtet werden können, werden nicht ausgeführt. Nach einigen Sekunden klappt sie den Schwanz ventral ein, und beginnt mit zuckenden Bewegungen zu schwimmen. Die Bewegungen des Schwanzes sind dabei sehr schnell und heftig. Die Schnelligkeit der Bewegungen ist so groß, daß die Konturen von Schwanz und Körper nicht mehr wahrzunehmen sind. Die Geschwindigkeit, die die Cercarie in horizontaler Richtung erreicht, ist verhältnismäßig groß. Sie kann die Entfernung von einem Zentimeter in wenigen Sekunden zurücklegen. Der Schwimmvorgang dauert im allgemeinen nur wenige Sekunden. Danach sinkt die Cercarie auf den Boden ab. Dies geschieht in ganz charakteristischer Stellung: Der Körper wird etwas eingebogen und der Schwanz ventral eingeklappt. Während des Absinkens führt die Cercarie keinerlei Suchbewegungen aus, wie sie bei der Cercarie von *Encystodendrium rotundum* beobachtet werden konnten. Die Lebensdauer der Cercarie hängt stark von der Temperatur ab. Bei Zimmertemperatur beträgt sie etwa zwei Stunden, bei tieferer Temperatur bis zu vier Stunden.

c) Die Infektion des zweiten Zwischenwirtes

Das Auffinden der Amphibienlarven (*Rana esculenta*, *Rana temporaria*, *Bufo spec.*, *Triturus*), die als zweite Zwischenwirte dienen können (künstliche Infektion), geschieht dadurch, daß die Cercarien während des Absinkens auf die Oberfläche oder den Schwanz der Kaulquappe fallen. Dort verharren sie einige Sekunden,

wobei der Mundsaugnapf tastende Bewegungen ausführt, die wohl dazu dienen, die Unterlage, auf die das Tier gefallen ist, auf ihre mechanischen und physiologischen Eigenschaften zu prüfen. Danach beginnt die Cercarie sofort sich einzubohren. Dieser Vorgang läßt sich dann besonders gut beobachten, wenn man in das Boveri-Schälchen, in dem sich die Cercarien befinden, den abgeschnittenen Schwanz einer Kaulquappe bringt. Die Cercarien reagieren darauf auf die gleiche Weise, wie sie es auch bei einer vollständigen Kaulquappe tun. Als erstes heftet sich die Cercarie an der Epidermis der Amphibienlarve fest, was wohl mit Hilfe des ausfließenden Bohrdrüsensekrets geschieht. Dieses Ankleben kann man auch kurz vor dem Absterben von Cercarien beobachten. Sie schwimmen dann nicht mehr umher, sondern versuchen sich in die Wand des Gefäßes einzubohren, nachdem sie sich vorher mit dem Mundsaugnapf festgeklebt haben. Die Cercarie ist dann so fest mit ihrer Unterlage verbunden, daß sie auch durch einen kräftigen Wasserstrom aus der Pipette nicht losgerissen wird. Der Sinn dieses Anklebens liegt darin, daß die Cercarie bei einer heftigen Bewegung des Wirtes nicht abgeworfen werden kann. Danach beginnt der eigentliche Einbohrvorgang, wobei die Bewaffnung des Mundsaugnapfes eine entscheidende Rolle spielt. Wie aus Abb. 14 hervorgeht, kann der Mundsaugnapf ein- und ausgestülpt werden. Bei eingestülptem Mundsaugnapf stehen die Stacheln nach vorne. Beim Ausstülpen greifen die Stacheln in das Gewebe der Epidermis der Kaulquappe, erfassen das Zellmaterial, reißen es auseinander und drücken es nach der Seite und nach hinten weg.

Die Cercarie wird gleichzeitig in das Gewebe der Kaulquappe hineingezogen. Die nach hinten gerichteten Stacheln des Cercarienkörpers, die als Widerhaken wirken,

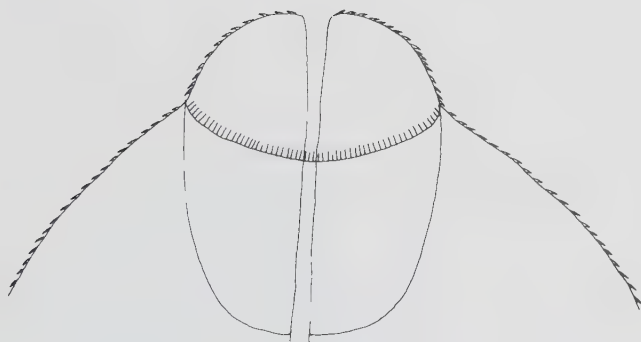
verhindern dabei das Herausgleiten der Cercarie aus dem Epidermisgewebe der Kaulquappe sobald der Mundsaugnapf wieder eingestülpt wird. Bei vielfacher Wiederholung dieses Vorgangs schiebt sich die Cercarie allmählich in das Gewebe des Zwischenwirtes hinein. Neben dieser mechanischen Leistung spielt vermutlich auch das Bohrdrüsensekret eine Rolle. Es dient wohl dazu, das vor der Cercarie liegende Gewebe zu lockern und erleichtert damit die mechanische Arbeit des Mundsaugnapfes. Der Schwanz der Cercarie führt während des Einbohrvorganges zuckende Schwimmbewegungen aus, und übt damit einen Schub auf den Cercarienkörper aus. Sobald der Cercarienkörper etwa bis zur Hälfte eingedrungen ist, wird der Schwanz abgeworfen. Abgelöst führt er noch einige Minuten die typischen Schwimmbewegungen aus und stirbt dann allmählich ab.

Das Gewebematerial, das während des Einbohrens der Cercarie nach hinten geschoben wird, bleibt zunächst über der Eindringungsöffnung liegen, verschleimt, und fällt später ab. In vielen Fällen bildet sich nach einigen Tagen an der Einbohrstelle eine Gewebswucherung der Kaulquappenepidermis, die ein bis zwei Millimeter lang werden kann. Sie entsteht jedoch wahrscheinlich nicht durch den Einfluß der inzwischen darunterliegenden Metacercarie, da sie nicht in jedem Falle gebildet wird. Es ist vielmehr anzunehmen, daß sie durch das Eindringen des Ektoparasiten Trichodina (Ciliata) in die entstandene Wunde entsteht.

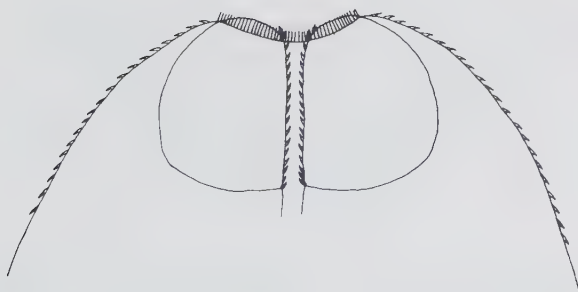
Die Cercarie dringt im allgemeinen nicht tief in das Wirtsgewebe ein. Die Encystierung beginnt fast immer direkt unter der Epidermis der Kaulquappe. Zunächst wird eine runde Höhlung geschaffen, deren Wandung später die Begrenzung der Cyste bildet. Dazu krümmt die Cercarie ihren Körper ventral ein und kriecht immer im

Kreise herum. Auf diese Weise entsteht ein kugelförmiger Raum, dessen Wandung nur noch durch das Sekret der cystogenen Drüsen ausgekleidet werden muß.

Die künstliche Infektion gelingt am besten bei den Kaulquappen des Wasserfrosches (*Rana esculenta*). Weniger gut eignen sich die Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria*) und die der Kröten (*Bufo*-Arten). Die Kaulquappen der *Triturus*-Arten lassen sich am schwierigsten infizieren. Der Grund dafür ist, daß die Cercarien oft nicht tief genug in das Gewebe des Wirtes eindringen. Sie gelangen dann nicht unter die Epidermis und sind deshalb nur durch das beim Einbohren gelöste Gewebe geschützt, das später abfällt. Sie versuchen zwar eine Kapsel zu bilden, fallen jedoch später mit dem gelösten Gewebe ab. Der Grund für die unterschiedliche Infektionsquote liegt also nicht in einer Wirtsspezifität der Cercarien, sondern offensichtlich an der Konsistenz des Gewebes der einzelnen Kaulquappen-Arten. Die Infizierung adulter Amphibien gelang nicht. Bietet man den Cercarien die Haut von Fröschen an, so heften sie sich sofort fest und versuchen sich einzubohren, wobei jedoch nur der vordere Teil des Körpers bis zu den Augenflecken einzudringen vermag. Insektenlarven, Planarien und Krebse, die in Versuchen als zweite Zwischenwirte angeboten wurden, konnten nicht infiziert werden. In der Natur sind es demnach nur Amphibienlarven, die als Zwischenwirte dienen, und hierbei besonders Larven von Molchen und Salamandern, obwohl das Eindringen der Cercarien hier recht schwierig ist, da nur sie regelmäßig in den Bächen, in denen die Schnecken leben, ihre Entwicklung durchmachen. Da die Metamorphose dieser Kaulquappen nur sehr langsam erfolgt, sind das ganze Jahr hindurch geeignete Zwischenwirte vorhanden.



a



b

Abb. 14: Nephrotrema truncatum

Vorderer Körperabschnitt der Cercarie

a) Mundsaugnapf ausgestülpt

b) Mundsaugnapf eingestülpt

3. Die Metacercarie

a) Morphologie

Die Kapsel, die sich im Gewebe der infizierten Kaulquappen befindet, hat einen Durchmesser von 0,100 - 0,120 mm. Die Kapselwand ist nur sehr dünn und gegenüber mechanischen Einwirkungen wenig widerstandsfähig. Die Metacercarie läßt sich schon durch leichten Druck auf die Kapsel unversehrt herauspräparieren. Sie hat eine Länge von 0,160 - 0,180 mm und eine Breite von 0,075 mm. Die Länge des Mundsaugnapfes, der nur schwach zu erkennen ist, beträgt 0,030 mm, die Breite 0,040 mm. Er ist im Gegensatz zur Cercarie nicht bestachelt. Ein Bauchsaugnapf ist nicht vorhanden. Pharynx, Darm und Exkretionsblase sind nicht zu erkennen, da die ganze Metacercarie mit einem körnigen Granulat erfüllt ist. Dagegen sind die beiden Augenflecken noch gut zu erkennen, und fast ebenso gut ausgebildet wie bei der Cercarie. Sie werden auch später kaum merklich reduziert, und sind selbst bei einigen Wochen alten Metacercarien noch zu erkennen. Die Metacercarien sind sowohl in der Kapsel als auch im freien Zustand völlig unbeweglich.

b) Infektionsversuche bei verschiedenen möglichen Endwirten

Die Metacercarien wurden an verschiedene Vertebraten verfüttert, um festzustellen, zu welchem adulten Trematoden sie sich entwickeln. Im einzelnen wurden folgende Tiere infiziert:

Amphibia:	Rana temporaria
Aves:	Passer domesticus
Mammalia:	Mus musculus (weiße Labormaus)
	Sorex araneus
	Neomys fodiens

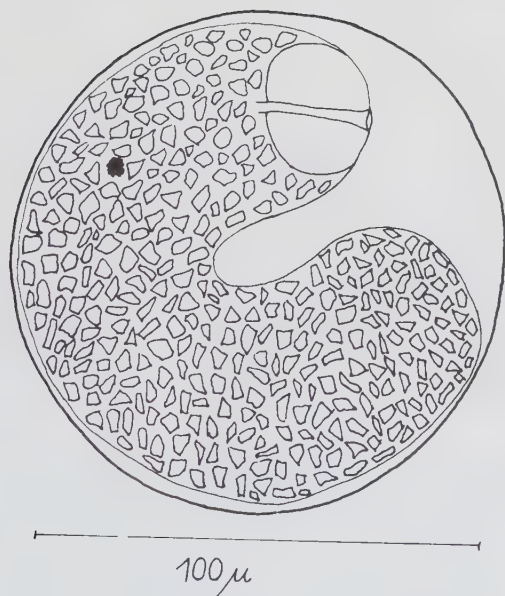


Abb. 15: *Nephrotrema truncatum*
Metacercarie

Bei *Rana temporaria*, *Passer domesticus* und der weißen Labormaus schlugen die Versuche fehl. Sehr schwierig gestaltete sich die Infizierung der Waldspitzmäuse. Die Tiere ließen sich nur sehr schwer halten; sie lebten in Gefangenschaft höchstens sechzehn Tage. Die Infizierung selbst wurde dadurch erschwert, daß die angebotenen Kaulquappen nur widerwillig angenommen wurden. Alle Infektionsversuche blieben ohne sichtbares Ergebnis. Die Wasserspitzmäuse ließen sich dagegen sehr gut halten und nahmen die Kaulquappen und auch junge Frösche sofort an. Zwei Tiere wurden mit je drei infizierten Kaulquappen gefüttert. Das erste Tier wies vierzehn Tage p. i. noch keinen Befall mit Trematoden auf. Das zweite Tier wurde am einundzwanzigsten Tage p. i. untersucht. Dabei konnten in der rechten Niere zwei eingekapselte, juvenile Trematoden gefunden werden. Einer der beiden Trematoden wurde aus seiner Kapsel herauspräpariert, gefärbt und in Caedax eingebettet. Das andere Tier wurde in seiner Kapsel mit Formol fixiert.

4. Die Morphologie des eingekapselten Trematoden

Die ovale Kapsel hat eine Länge von 0,506 mm und eine Breite von 0,300 mm. Die Kapselwandung besteht aus zwei Schichten. Die innere hat eine Stärke von 0,009 mm. Sie hat eine homogene hyalin erscheinende Struktur. Die zweite außen gelegene wirkt dunkler und ist von faseriger Struktur. Sie hat eine Dicke von 0,030 mm. Beide Hüllen erreichen also zusammen eine Stärke von 0,039 mm. Die in der Kapsel liegenden Trematoden haben eine Länge von 0,185 mm und eine Breite von 0,159 - 0,162 mm. Der gut ausgebildete Mundsaugnapf erreicht eine Länge von 0,051 - 0,054 mm und eine Breite von 0,60 mm. Der

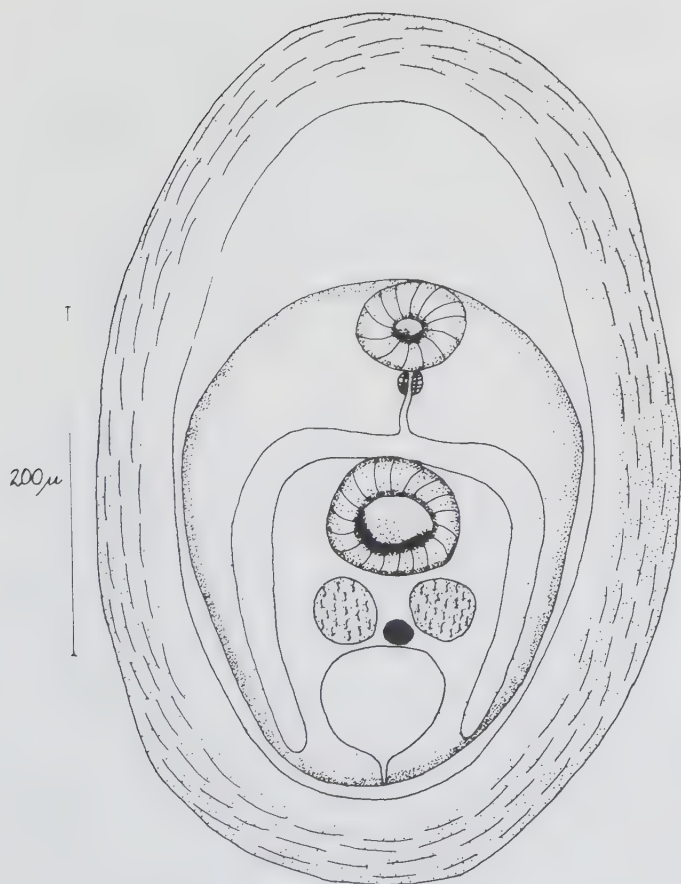


Abb. 16: Nephrotrema truncatum

Eingekapselter Trematode, 21 Tage p.i.

Bauchsaugnapf liegt in der Mitte des Körpers. Seine Länge beträgt 0,057 - 0,069 mm, seine Breite 0,040 - 0,078 mm. An den Mundsaugnapf schließt sich zunächst ein Präpharynx an, der in einen schwach entwickelten Pharynx übergeht. Die Bifurkation liegt zwischen Mundsaugnapf und Acetabulum. Der Darm endet kurz vor dem Hinterende des Körpers. Die Testes liegen im hinteren Drittel des Körpers parallel zueinander. Zwischen den Testes liegt das wesentlich kleinere Ovar. Sein hinterer Rand liegt auf gleicher Höhe wie der der Testes. Die Vitellarien, der Cirrusbeutel und der Uterus sind noch nicht ausgebildet. Die verhältnismäßig große Excretionsblase hat eine runde Gestalt.

5. Die systematische Stellung

Aus der Niere der Soriciden ist bisher nur ein Trematode beschrieben worden. Es handelt sich dabei um *Nephrotrema truncatum* LEUCKART 1842. Er lebt eingekapselt in der rechten Niere der Spitzmäuse. Es kann deshalb angenommen werden, daß es sich bei dem gefundenen Trematoden um die Jugendform von *Nephrotrema* handelt, obwohl er sich vor allem durch die Lage der Testes hinter dem Bauchsaugnapf von dem adulten Tier unterscheidet, bei dem die Hoden vor dem Acetabulum liegen. BRENDOW (1970) beschreibt jedoch in seiner Arbeit über die Trematodenfauna der Soriciden juvenile Tiere, die er im Magen von *Crocidura leucodon* fand, bei denen die Testes ebenfalls hinter dem Bauchsaugnapf liegen. Die Hoden werden also während des Wachstums des Parasiten nach vorne verlagert, um Raum für den sich ausbildenden Uterus zu schaffen. BRENDOW vermutet, da er die Parasiten immer nur im Magen fand, daß es sich bei *Crocidura leucodon* eventuell um einen ungeeigneten

Endwirt handelt, in dem sich die Metacercarien nur bis zu einem gewissen Grad im Magen entwickeln und nicht in der Lage sind, bis zur Niere vorzudringen. Außerdem fing er die Spitzmäuse (*Sorex araneus*, *Neomys fodiens*), die mit *Nephrotrema* infiziert waren, immer nur in der nächsten Umgebung von Bächen, in denen *Bythinella compressa* lebt. Dieser Befund zeigt, daß die Zwischenwirte nur an diesen Stellen mit den Metacercarien von *Nephrotrema* infiziert waren.

Diese Tatsachen rechtfertigen den Schluß, daß es sich bei den Trematoden, die in den infizierten Spitzmäusen gefunden wurden, um juvenile Tiere der Art *Nephrotrema trunkatum* handelt.

III. Euryhelmis elegans BREGENZER 1916

1. Die Redie

Die Redie hat eine langgestreckte, zylindrische Gestalt. Der Körper mancher Larven weist Einschnürungen auf, wie sie auch bei der im vorigen Kapitel beschriebenen Redie beobachtet werden konnten. Die Länge des Körpers beträgt maximal 0,800 mm, die Breite 0,170 mm. Der runde Pharynx hat einen Durchmesser von 0,030 mm. An den Pharynx schließt sich ein kurzer Ösophagus an, der in den Darm mündet. Die Länge des Darmes beträgt 0,027 mm, die Breite 0,030 mm. Der Körper ist mit Keimballen und Cercarien aller Entwicklungsstufen erfüllt. Die am weitesten entwickelten Cercarien liegen im vorderen Teil der Redie, während die noch undifferenziierten Keimballen im hinteren Körperteil beobachtet werden können. Vollständig entwickelte Cercarien findet man in den Redien nicht. Es ist daher anzunehmen, daß sie sich in den Redien nur bis zu einer gewissen Stufe entwickeln. Die vollständige Ausdifferenzierung der Cercarien erfolgt außerhalb der Redien. Eine Geburtsöffnung oder Stummelfüße sind nicht vorhanden. Die Zahl der Redien, die in einer Schnecke leben, beträgt maximal acht.

2. Die Cercarie

a) Morphologie

Die Morphologie der Cercarie wurde erstmals von BREGENZER (1916) beschrieben. Die dort gegebene Charakteristik weist jedoch einige Ungenauigkeiten auf, so daß es notwendig erscheint, eine Nachbeschreibung folgen zu lassen. Der Körper dieser Cercarie hat eine etwas gedrungene Gestalt als der der Cercarie von

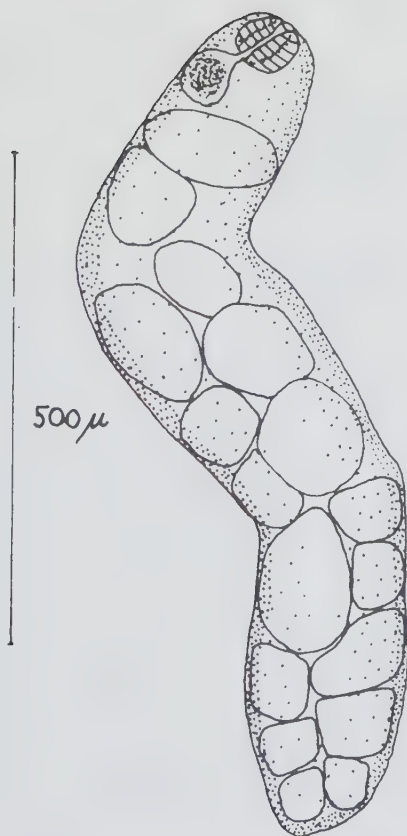


Abb. 17: Curyhelmsis elegans

Redie

Nephrotrema truncatum. Seine Länge beträgt 0,156 - 0,175 mm, seine größte Breite 0,081 - 0,090 mm. Der ganze Körper ist fein bestachelt. Sein vorderer Teil ist mit Sinnesborsten von etwa 0,009 mm Länge besetzt. Der Mundsaugnapf hat eine Länge 0,030 - 0,033 mm. Seine Breite beträgt 0,036 - 0,039 mm. Er ist mit wesentlich stärkeren Stacheln besetzt als der übrige Körper. Diese starke Bestachelung hat beim Eindringen in den zweiten Zwischenwirt die gleiche Funktion wie bei der Cercarie von *Nephrotrema truncatum*. Das Acetabulum ist nur dann zu erkennen, wenn die Cercarie auf der Seite liegt. Der Bauchsaugnapf kann, wenn die Cercarie auf der ventralen oder dorsalen Seite liegt, wegen der dunkler gefärbten Bohrdrüsenzellen nicht wahrgenommen werden. Länge und Breite konnten aus diesem Grunde nicht gemessen werden. Die Zahl der Bohrdrüsenzellen kann bis zu zwanzig betragen. Die Ausführgänge führen zwischen den beiden Augenflecken zum Mundsaugnapf. Hinter den Bohrdrüsenzellen liegen etwas dunkler gefärbte Zellen, aus denen später die Geschlechtsorgane hervorgehen. Die Augenflecken liegen an der Grenze des vorderen Drittels des Cercarienkörpers. Sie sind nur schwach pigmentiert. Die Zahl der pigmentierten Zellen beträgt maximal zehn bis zwölf. In seltenen Fällen ist überhaupt kein Pigment vorhanden. Die ovale Exkretionsblase reicht etwa bis zum Rand des hinteren Viertels des Körpers. Der kräftig entwickelte Schwanz der Cercarie hat eine Länge von 0,210 - 0,240 mm. Seine Breite beträgt an der Stelle, an der er am Körper inseriert ist, 0,036 - 0,042 mm. Er besitzt einen Flossensaum, der am Schwanzende am stärksten ausgebildet ist. Seine Breite nimmt in Richtung auf den Cercarienkörper allmählich ab.

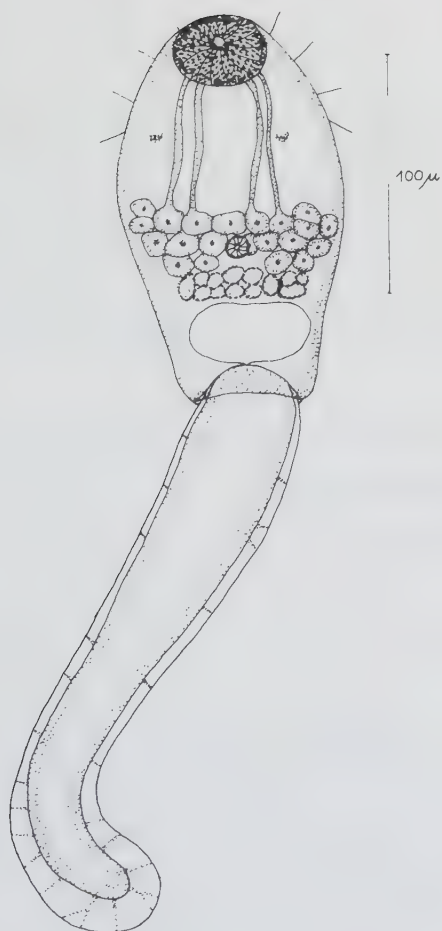


Abb. 18: Euryhelminis elegans

Cercarie

Die Beschreibung BREGENZERS weicht in folgenden Punkten von der oben gegebenen ab: Die von BREGENZER als cystogene Drüsen bezeichnete Zellgruppe stellt die Bohrdrüsen und die Zellen dar, aus denen später die Geschlechtsorgane gebildet werden. Der außergewöhnlich entwickelte Pharynx, den BREGENZER beschreibt, ist der eingestülpte Mundsaugnapf. Einen Darm konnte ich bei meinen Untersuchungen nicht erkennen. Es ist aber möglich, daß BREGENZER die Ausführgänge der Bohrdrüsen als Darm interpretiert hat. Alle anderen morphologischen Merkmale weichen jedoch nicht oder nur unwesentlich von der von BREGENZER gegebenen Beschreibung der *Cercaria elegans* ab.

b) Die Biologie und die Infektion des zweiten
Zwischenwirtes

Die Bewegungsweise der Cercarie gleicht der der Cercarie von *Nephrotrema truncatum* fast völlig. Der Schwanz wird beim Schwimmen ebenfalls ventral eingeschlagen. Die Bewegungen des Schwanzes sind dagegen weniger schnell. Nach kurzer Zeit werden immer wieder Ruhepausen eingelegt, wobei die Cercarie auf den Boden des Gefäßes absinkt. Interessant ist die Tatsache, daß die Schnelligkeit der Schwimmbewegungen offenbar von der Wassertemperatur abhängig ist. Bei Zimmertemperatur sind die Bewegungen des Schwanzes wesentlich schneller und heftiger als bei einer Temperatur von 2-3°C. Die Lebensdauer der Cercarien beträgt bei einer Temperatur von 7-10°C maximal fünf bis sechs Stunden. Kurz vor dem Absterben werden Bohrversuche an allen erreichbaren Gegenständen, auch an der Wand des Glasgefäßes, gemacht. Die Auffindung des zweiten Zwischenwirtes geschieht dadurch, daß die Cercarien beim Absinken auf die Haut des Wirtes

fallen. Eine chemotaktische Anlockung findet offenbar nicht statt.

Zweiter Zwischenwirt ist im Experiment der Wasserschlingensalamander (*Rana esculenta* L.) infiziert werden dabei die Kaulquappen. Sobald eine Cercarie auf die Haut einer Froschlarve fällt, beginnt sie sofort sich einzubohren. Dies geschieht auf die gleiche Weise wie bei der Cercarie von *Nephrotrema truncatum* (siehe entsprechenden Abschnitt Seite). Unterschiedlich ist jedoch die weitere Entwicklung der Cercarien. Während sich die Cercarie von *Nephrotrema truncatum* kaum weiterentwickelt, differenziert sich *Cercaria elegans* weitgehend aus. Diese Entwicklung geht so weit, daß außer dem Uterus, dem Cirrus, dem Cirrusbeutel und den Vitellarien alle Organe bereits vorhanden sind. Die Gattungszugehörigkeit des adulten Trematoden läßt sich daher aufgrund der Morphologie der Metacercarie sicher bestimmen.

3. Die Metacercarie

a) Morphologie

Die Cercarien encystieren sich direkt unter der Epidermis im Unterhautbindegewebe der Kaulquappe. Die Metacercarien sind schon von außen als kleine Erhebungen sichtbar. Sie sind über den ganzen Körper der Larven und der sich daraus entwickelnden Frösche verbreitet. Am zahlreichsten sind sie jedoch auf dem Rücken der Kaulquappen und der Adulti sowie in der Steißbeingegend der Frösche anzutreffen. Diese Befunde sind damit zu erklären, daß die Cercarien, wenn sie sich absinken lassen, auf den Rücken der Kaulquappen fallen. Die vermehrte Anzahl der Cysten in der Steißbeingegend der Frösche kommt dadurch zustande, daß die Metacercarien,

die im Schwanz der Kaulquappe encystiert sind, bei dessen Einschmelzung in der Gegend des Anus konzentriert werden.

Der Durchmesser der Cysten beträgt 0,380 - 0,400 mm. Die Cystenhülle hat eine Stärke von 0,024 - 0,030 mm. Die Metacercarie läßt sich nicht ohne Verletzung aus ihrer Cyste herauspräparieren. Dies gelingt erst nach fünf bis zehn Minuten langer Einwirkung einer Lösung von Natriumbikarbonat und Trypsin bei etwa 38°C. Danach läßt sich die Metacercarie durch leichten Druck mit der Präpariernadel auf die Cyste herauspräparieren.

Die Länge der Metacercarie beträgt 0,528 - 0,660 mm, die Breite 0,696 - 0,792 mm. Der Mundsaugnapf hat eine Länge von 0,066 - 0,075 mm und eine Breite von 0,072 - 0,081 mm. Der Pharynx schließt sich direkt an den Mundsaugnapf an. Sein Durchmesser beträgt 0,036 - 0,045 mm. Der Ösophagus hat etwa die doppelte Länge des Pharynx. Die Darmbifurkation liegt auf der Höhe des ersten Drittels des Körpers. Die beiden Darmschenkel sind ein wenig gewunden und ziehen bis zum Körperhinterende. Das Acetabulum liegt ein wenig hinter der Körpermitte. Es hat eine Länge von 0,051 - 0,063 mm und eine Breite von 0,060 - 0,072 mm.

Die Testes liegen im Hinterkörper des Tieres vor den Darmenden. Ihre Ränder sind nicht glatt, sondern ein wenig eingekerbt. Das ovale Ovar liegt in der Höhe des Acetabulums nach links verschoben. Die Geschlechtsöffnung, ein Gonostyl, liegt direkt über dem Bauchsaugnapf. Uterus und Vitellarien sind noch nicht entwickelt. Die T-förmige Exkretionsblase reicht bis zum Ende des zweiten Körperdrittels.

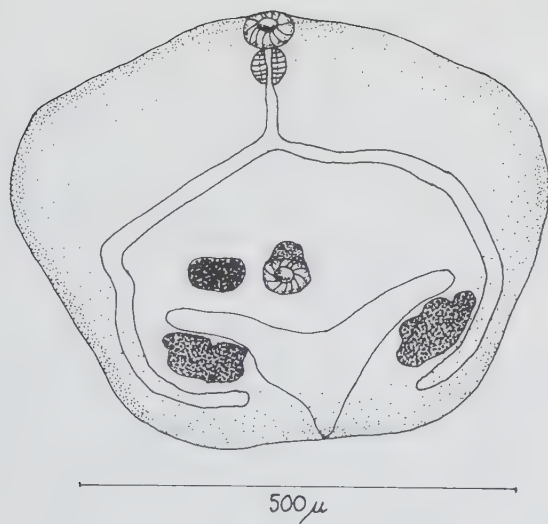


Abb. 19: *Euryhormis elegans*
Metacercarie

b) Die systematische Stellung der Metacercarie

Die äußere Gestalt und die Morphologie der Metacercarie zeigen eindeutig, daß es sich um die Larve einer Euryhelminis-Art aus der Familie der Heterophyidae ODENER 1914, Unterfamilie Euryhelminthinae (YAMAGUTI 1958) handelt. Darauf weisen folgende Fakten hin: Die äußere, blattförmige Körperform, die es sonst in der Familie nicht mehr gibt, die T-förmige Gestalt der Exkretionsblase, und die Lage der Testes in Höhe der Exkretionsblase oder dahinter.

Die Gattung Euryhelminis FOULDS (1926) besteht aus drei Arten: Euryhelminis squamula (KLOFFEL 1916), Euryhelminis monorchis (AMEEL 1938) und Euryhelminis pacifica (SENGER und MACY 1952). Die Metacercarien aller drei Arten sind beschrieben. Es ist daher möglich, die Metacercarie systematisch einzuordnen.

Die Metacercarie von Euryhelminis squamula wurde von ZELLER 1867 in der Haut des braunen Grasfrosches zum ersten Mal gefunden. Er beschrieb die Larve sehr eingehend, machte aber keine Infektionsversuche. Er verglich sie jedoch mit adulten Exemplaren dieser Trematodenart, die aus dem Darm eines Iltis stammten, und kam zu dem Schluß, daß es sich nur um die Metacercarie von Euryhelminis squamula handeln könne. Die Maßwerte ZELLERS und der anderen Autoren können aus der beigefügten Tabelle entnommen werden. JOYEUX, BAER und JARRERE (1934) fanden ebenfalls Metacercarien in Amphibien aus der Gegend von Marseille und verführten sie an verschiedene mögliche Endwirte. Versuche mit Reptilien und Katzen verliefen ergebnislos. Die Metacercarien entwickelten sich nur in jungen Katzen zu adulten Trematoden, die die Autoren als Euryhelminis squamula bestimmten. Die Beschreibung der Metacercarien durch JOYEUX, BAER

und CARRERE ist nicht sehr aufschlußreich. Vor allem fehlen genaue Maßangaben der Organe der Larven. Es werden lediglich die Maße des Durchmessers der Cysten und Länge und Breite der Metacercarien angegeben. Diese Maße stimmen mit den Angaben ZELLERs nicht überein.

Dies trifft vor allem auf das Verhältnis von Länge zu Breite zu, das von JOYEUX, BAER und CARRERE mit 1 : 1,2 und von ZELLER mit 1:2,5 angegeben wird. Die Maße ZELLERs erscheinen für diese Art zutreffender, da auch beim adulten Trematoden das Verhältnis von Länge zu Breite etwa 1:2,3 beträgt LÜHE (1909). Es erscheint daher fraglich, ob JOYEUX, BAER und CARRERE wirklich die Metacercarien von *Euryhelmis squamula* vorlagen. Meine eigenen Meßwerte stimmen, was das Verhältnis von Länge zu Breite angeht, weitgehend mit den Meßwerten von JOYEUX, BAER und CARRERE überein, nicht dagegen mit den Angaben von ZELLER.

Euryhelmis monorchis wurde 1938 von AMEEL beschrieben, der auch den gesamten Lebenszyklus aufklären konnte. Danach entwickeln sich die Redien und die Cercarien in der Schnecke *Pomatopsis lapidaria*, einem Prosobranchier. Die Cercarien befallen die Kaulquappen von *Rana clamitans*, und im Experiment auch die Larven von *Rana pipiens* und *Rana palustris*. Endwirt ist *Mustela vison*. Der Körper der Cercarie von *Euryhelmis monorchis* hat eine Länge von 0,100 - 0,120 mm und eine Breite von 0,040 mm. Er ist damit um ein Drittel kleiner als der der *Cercaria elegans*. Ebenso verhält es sich mit den Maßen für den Mundsaugnapf der beiden Cercarien. Die absolute Länge des Schwanzes ist jedoch bei beiden Cercarien gleich groß. Das heißt, die Cercarie von *Euryhelmis monorchis* hat im Verhältnis zur Körpergröße einen wesentlich längeren Schwanz als *Cercaria elegans*.

Diese Unterschiede in den Maßen zeigen, daß *Cercaria elegans* nicht mit der Cercarie von *Euryhormis monorchis* identisch ist. Die Metacercarie von *Euryhormis monorchis* ist ebenfalls kleiner als die Metacercarie von *Cercaria elegans*. Daneben weicht das Verhältnis von Länge zu Breite des Körpers der beiden Metacercarien voneinander ab. Es beträgt bei der Metacercarie von *Euryhormis monorchis* 1:0,7 und bei der Metacercarie von *Cercaria elegans* 1:1,3. Diese morphologischen Unterschiede zeigen deutlich, daß es sich bei *Cercaria elegans* und der gefundenen Metacercarie nicht um Larvenformen von *Euryhormis monorchis* handelt.

Euryhormis pacifica wurde von SINGER und MACY 1952 beschrieben. Endwirte sind *Mustela* und *Ondatra*. Die Metacercarie wurde in *Dicamptodon ensatus*, einem Salamander gefunden. Die Cercarie und damit der erste Zwischenwirt sind noch unbekannt. Abweichend von allen anderen Metacercarien der Euryhorminithinae ist die verhältnismäßig langgestreckte Form des Körpers der Metacercarie. Das Verhältnis von Länge zu Breite beträgt 2:1. Aus diesem Grunde kann die gefundene Metacercarie ebenfalls nicht mit der Larve von *Euryhormis pacifica* identisch sein.

Aus dem oben gesagten ergibt sich, daß die gefundene Metacercarie nicht die Larvenform von *Euryhormis monorchis* und *Euryhormis pacifica* sein kann. Für die Zugehörigkeit zu *Euryhormis squamula* ergibt sich das Problem der Unterschiede der Maße, die von ZELLER einerseits und JOYEUX, BAER und CARRERE andererseits angegeben werden. Nach meiner Beurteilung haben, wie schon weiter oben angedeutet, die Autoren der beiden Arbeiten bei ihren Untersuchungen die Metacercarien von zwei verschiedenen *Euryhormis*-Arten bearbeitet. Die Metacer-

carie, die ZELLER beschrieben hat, ist ganz sicher nicht mit der gefundenen und der von JOYEUX, BAER und CARRERE beschriebenen identisch. Die von JOYEUX, BAER und CARRERE bearbeitete weist dagegen nur unwesentliche Unterschiede in der Größe zu der von mir gefundenen auf. Es ist daher anzunehmen, daß diese beiden Metacercarien identisch sind. Der Trematode, der sich daraus entwickelt, ist dann nicht mehr Euryhelmis squamula, sondern erhält nach der von BREGENZER beschriebenen Cercarie den Namen Euryhelmis elegans.

	Euryhormis pacifica SENGER u. MACY, 1952	Euryhormis monorchis AMIEL, 1938	Euryhormis squamula nach ZEL- LER, 1867	Euryhormis squamula nach JOYEUX, BAER und CARRERE, 1934	Euryhormis elegans eigene Maße
zyste	0,210- 0,400	0,320- 0,450	0,580	0,300- 0,400	0,384
Zystenhülle	0,015		0,050		0,024
Länge	0,680	0,400- 0,520	0,600	0,425	0,528-0,660
Breite	0,350	0,300- 0,380	1,450	0,500	0,696-0,792
Mundsaug- napf	0,071		0,070		Lä.: 0,066- 0,075 Br.: 0,072- 0,081
Acetabulum	0,049	.	0,035		Lä.: 0,051- 0,063 Br.: 0,060- 0,072
2. Zwischen- wirt	Dicampto- don ensa- tus	Rana clamitans	Rana tem- poraria	Amphibien- larven	Amphibien- larven
Verhältnis Länge/Breite	2:1	1:0,7	1:2,5	1:1,2	1:1,14
1. Zwischen- wirt		Pomatopsis lapidaria			Bythinella dunkeri
Redie					
Länge		0,530- 0,850			0,800
Breite		0,120- 0,150			0,170
Cercarie					
Körperlänge		0,100- 0,120			0,156-0,175
Körperbreite		0,040			0,081-0,090
Länge des Schwanzes		0,230- 0,270			0,210-0,240
Mundsaug- napf		0,020- 0,024			0,033-0,039

Tabelle 4: Vergleich der Larvenstadien der einzelnen Arten
der Gattung Euryhormis

IV. Cercaria bipunktarmata

Cercaria bipunktarmata konnte nur in den Schnecken aus dem Gebiet des Dünsberges gefunden werden. In den Bythinellen aus dem Gebiet des Vogelsberges kommt sie nicht vor. Im Durchschnitt sind etwa fünf Prozent der Schnecken parasitiert. Über die Entwicklung ist bisher noch nichts bekannt geworden. Morphologie und Biologie der Redie und der Cercarie sollen an dieser Stelle jedoch der Vollständigkeit wegen behandelt werden.

1. Die Redie

Die Redien haben eine schlauch- oder sackförmige Gestalt. Der Körper ist entweder langgestreckt oder an einer Stelle eingeknickt. Die Länge beträgt 0,350 - 0,480 mm, die Breite 0,100 - 0,150 mm. Der Pharynx hat einen Durchmesser von 0,030 mm. Der Darm schließt sich direkt an den Pharynx an. Seine Länge beträgt bis zu 0,050 mm. Der übrige Körper ist mit Cercarien aller Reifegrade und mit Keimballen erfüllt. Die Zahl der voll ausdifferenzierten Cercarien beträgt maximal drei. Andere Organe, die bei Redien ausgebildet sein können (Stummelfüße, Geburtsöffnung), fehlen.

Die Larven können im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Redien von *Euryhormis elegans* und *Nephrotrema truncatum* auch aus eigener Kraft lebhaft Bewegungen ausführen. So kann zum Beispiel eine vorher schlauchförmige Redie durch Kontraktion eine fast runde Gestalt annehmen oder ihren Körper bis zu einem Winkel von 90° einknicken.

Die Larven leben innerhalb der Schnecke vorwiegend im unteren und mittleren Teil des Eingeweidesacks. Die Zahl der Redien, die in einer Schnecke gefunden werden konnte, betrug maximal zwölf Tiere.

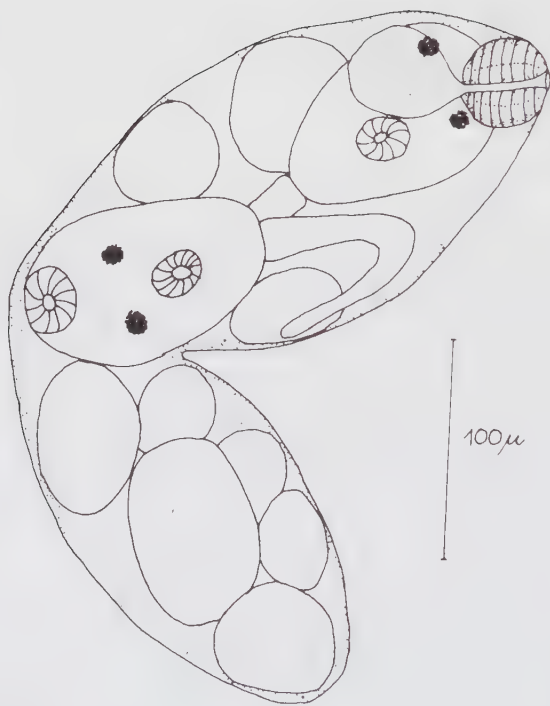


Abb. 20: Cercaria bipunktarmata

Kedie

2. Die Cercarie (Morphologie, Biologie)

Die Morphologie der Cercarie wurde zum ersten Mal von BREGENZER 1916 beschrieben. Da diese Beschreibung aber in einigen Punkten ungenau ist, lasse ich eine Nachbeschreibung folgen.

Der Körper der Cercarie hat eine lanzettliche Gestalt. Die Länge beträgt 0,170 - 0,190 mm, seine größte Breite in Höhe der Bohrdrüsen 0,070 - 0,090 mm. Der ovale Mundsaugnapf hat eine Länge von 0,042 - 0,048 mm und eine Breite von 0,033 - 0,036 mm. An den Mundsaugnapf schließt ein schwach entwickelter Pharynx an. Der Ösophagus ist nur sehr schwer zu erkennen. Der Darm ist noch nicht ausgebildet. Das Acetabulum erreicht fast die Größe des Mundsaugnapfes. Sein Durchmesser beträgt 0,033 - 0,036 mm. Rechts und links neben dem Acetabulum liegen je vier Bohrdrüsenzellen. Auf beiden Seiten des Körpers führen je zwei stark gewundene, parallel verlaufende Ausführungsgänge zum Vorderende des Körpers, wo sie in die Stillettscheide münden. Das Stillet hat eine Länge von 0,009 mm. Die zwei Augenflecken liegen im vorderen Drittel des Körpers nahe dem Mundsaugnapf. Ihr Durchmesser beträgt 0,009 - 0,012 mm. Sie sind stark pigmentiert und bestehen aus ca. fünfzig bis sechzig Pigmentzellen. Die schwach entwickelte Exkretionsblase hat eine kreisförmige Gestalt und reicht etwa bis zum Rand des hinteren Zehntels des Körpers. Der Schwanz der Cercarie hat die gleiche Länge wie der Cercarienkörper. Sie beträgt 0,170 - 0,190 mm. Er erreicht seine größte Breite von 0,030 mm an der Schwanzwurzel. Nach hinten nimmt die Breite allmählich ab.

Die Cercarien, die die Schnecke verlassen haben, beginnen sofort zu schwimmen. Die Schwimmbewegungen sind

denen der Cercarie von *Encystodendrium rotundum* sehr ähnlich. Der Unterschied besteht lediglich darin, daß sie bei *Cercaria bipunktarmata* viel ausdauernder sind. Es werden weit weniger häufig Ruhepausen eingelegt. Die Cercarien halten sich meistens an der Oberfläche des Wassers auf, was darauf hinweist, daß sie positiv phototaktisch reagieren. Sobald sie auf einen festen Gegenstand oder auf den Boden des Gefäßes gelangen, beginnen sie spannerartig umherzukriechen, um nach kurzer Zeit wieder zu schwimmen.

Der zweite Zwischenwirt konnte bisher noch nicht ermittelt werden. Erste Infektionsversuche weisen jedoch daraufhin, daß es sich dabei um Gammariden handelt. Versuche mit Insektenlarven blieben bisher erfolglos.

Die Cercarie gehört aufgrund des Vorhandenseins sowohl von Augenflecken als auch eines Stilletts dem Typ der *Ophthalmomioxiphidio*-Cercarien an. Diese Cercarien sind bisher jedoch fast ausschließlich als Parasiten von Bivalviern (z. B. *Piridium*, *Sphaerium*) bekannt geworden. Es ist daher interessant festzustellen, daß sich dieser Cercarientyp auch in Gastropoden entwickeln kann. Zweite Zwischenwirte sind, soweit die Lebenszyklen bekannt sind, Krebse und Insektenlarven. Die adulten Tiere gehören der Familie der *Allocraedidae* (STOSSICH 1903) an, die vorwiegend in Fischen parasitieren. Einige Arten kommen auch in Amphibien und Reptilien vor. Da die *Eythinellen* jedoch nur in Bächen vorkommen, in denen keine Fische leben, ist zu vermuten, daß die adulten Trematoden in anderen Vertebratengruppen parasitieren.

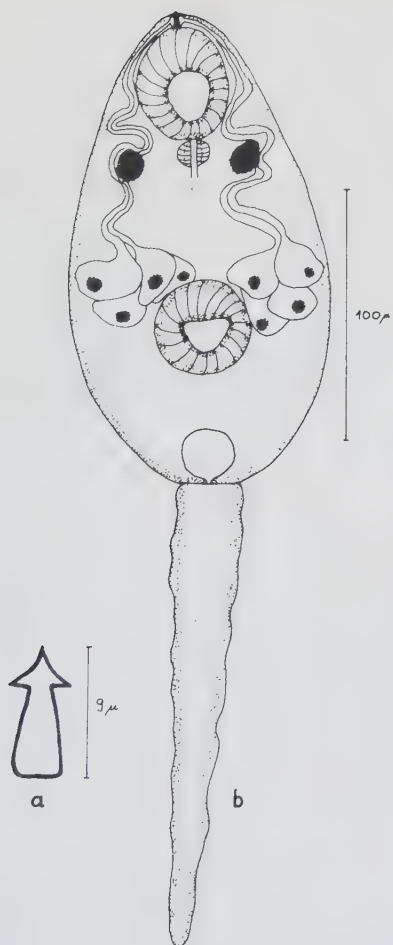


Abb. 21: Cercaria bipunktarmata

a) Stilett

b) Cercarie

D. Die Verbreitung der Cercarien in den Schnecken verschiedener Standorte

Untersuchungen über das Vorkommen der einzelnen Cercarien wurden bisher nur an zwei Stellen vorgenommen. BREGENZER (1916) berichtete erstmals über Cercarien aus *Bythinella dunkeri* aus dem Siebengebirge. BRENDOW (1970) berichtet in seiner Arbeit über die Trematodenfauna der Soriciden, in Verbindung mit den von ihm aufgeklärten Lebenszyklen, über das Vorkommen einiger Cercarien aus *Bythinella dunkeri* aus dem Vogelsberg. Ich selbst untersuchte das Vorkommen der einzelnen Cercarien im Gebiet des Naturschutzparkes Hoher Vogelsberg und im Gebiet des Dünsberges bei Gießen, dem letzten Ausläufer des Rheinischen Schiefergebirges, an dessen Nordosthang sich ein kleines Vorkommen von *Bythinella compressa*, aus der noch keine Cercarien beschrieben worden sind, befindet. Die Verbreitung der einzelnen Cercarien an den drei genannten Fundorten ist in Tab. 5 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß im Vogelsberg alle Cercarien außer der *Cercaria bipunktarmata* vorkommen. Interessant ist die Tatsache, daß die Cercarienfauna der Schnecken (*B. dunkeri*) aus dem Siebengebirge mit der der Bythinellen (*B. compressa*) vom Dünsberg weitgehend übereinstimmt, obwohl es sich um zwei Schneckenarten handelt. Der einzige Unterschied ist das Vorkommen der *Cercaria elegans* in den Bythinellen des Siebengebirges, die in den Schnecken des Dünsberges fehlt. Der Grund für diese Übereinstimmung ist wahrscheinlich die Zugehörigkeit der beiden Fundorte zum selben Mittelgebirgsmassiv (Rheinisches Schiefergebirge), wobei anzunehmen ist, daß vor nicht allzu langer Zeit eine Verbindung zwischen beiden Vorkommen bestand. Andererseits weisen die Unterschiede zu der Cercarienfauna der Schnecken des Vogelsberges darauf

Cercarien-Art	Vogelsberg (B. dunkeri)	Dünsberg (B. compr.)	Siebengebirge (B. dunkeri)	2. Zwischenwirt	Endwirt
<i>C. elegans</i> (Euryhalmis elegans)	+	-	+	Amphibienlarven	Raubsäuger (z. B. Mustela, Vulpes)
<i>C. bipunktarmata</i>	-	+	+	Gammariden?	?
<i>C. virgula</i> (Encystodendrium rotundum)	+	+	+	Trichopteren- Plecopteren- Ephemeropterenlarven	Vögel (Passori- formes, Gallus) Mäuse (Gelbhaars- maus)
<i>C. elastica</i> (Cephalotrema minutum)	+	+	+	Gammariden	Soriciden
<i>C. repens</i> (Skrjabinophytes repens)	+	+	+	Trichopteren- Plecopterenlarven	Soriciden
Cercarie von Nephrotrema trunkatum	+	-	-	Amphibienlarven	Sorex, Neomys, Talpa
Cercarie von Microphallus gracilis	+	-	-	Gammariden	Soriciden

Tabelle 5: Die Verbreitung der Cercarien in den Schnecken verschiedener Standorte

hin, daß das dortige Vorkommen entweder nie mit den anderen Vorkommen in Verbindung stand, oder diese, falls sie einmal bestand, relativ früh abgerissen ist. Unterstützt wird diese Annahme noch dadurch, daß eine Verschleppung der Infektion durch die Endwirte außer bei *Encystodendrium rotundum* (Endwirte u. a. Vögel) kaum denkbar ist, da diese keine größeren Wanderungen durchführen. Das gleiche trifft auch für die zweiten Zwischenwirte zu. Es muß also angenommen werden, daß die Unterschiede der Cercarienfauna der Schnecken des Dünsberges und des Siebengebirges einerseits und die der Bythinellen des Vogelsberges andererseits geologische und geographische Gründe haben. Die Übereinstimmung der Cercarienfauna von *Bythinella compressa* (Dünsberg) und *Bythinella dunkeri* (Siebengebirge) zeigt auch, daß es sich um sehr nahe verwandte Arten handelt, da die Trematoden in bezug auf den ersten Zwischenwirt in den meisten Fällen eine große Wirtsspezifität aufweisen, und unterstützt die Ansicht, daß es sich bei den beiden Schneckenarten vielleicht nur um geographische Rassen handelt.

E. Zusammenfassung

Von den in den Schnecken *Bythinella dunkeri* FRFID. und *Bythinella compressa* FRFID. parasitierenden Trematodenlarven konnten bisher von dreien die Lebenszyklen aufgeklärt werden (BRENDOW 1970). Die Kreisläufe der vier anderen vorkommenden Cercarien waren bisher nicht bekannt. In der vorliegenden Arbeit werden drei weitere Lebenszyklen beschrieben.

- 1) Der Entwicklungszyklus von *Encystodendrium rotundum* n. g. n. spec. wird aufgeklärt. Zwischenwirte sind *Bythinella dunkeri* FRFID., *Bythinella compressa* FRFID. sowie Trichopteren, Plecopteren Ephemeriden und deren Larven.
 - a) Die reifen Eier des Trematoden enthalten bereits das vollständig ausgebildete Miracidium. Die Infektion der Schnecken erfolgt durch orale Aufnahme der embryonierten Eier. Die Miracidien schlüpfen im Darm der Schnecke und entwickeln sich in der Mitteldarmdrüse zu Sporocysten.
 - b) Die Sporocysten produzieren vollständig ausgestaltete Cercarien.
 - c) Die Cercarien gehören zur Gruppe der Virgula-Cercarien. Sie wandern aus der Schnecke ins freie Wasser und infizieren perkutan die dort lebenden Plecopteren-, Ephemeriden- und Trichopterenlarven.
 - d) Die Cercarien kapseln sich nach dem Eindringen in den zweiten Zwischenwirt im Fett- und Muskelgewebe ein. Nach acht bis zehn Tagen werden sie zu infektiionsfähigen Metacercarien.
 - e) Die infizierten Larven oder die sich daraus entwickelnden adulten Insekten werden von den End-

wirten aufgenommen. Dabei gelangen die Metacercarien in den Darm der Tiere, setzen sich in der Darmwand fest, wo sie sich innerhalb von acht bis zehn Tagen zum geschlechtsreifen Trematoden entwickeln.

- f) Die Morphologie des adulten Trematoden wird beschrieben. Er wird nach dem System von YAMAGUTI (1958) in die Familie Lecithodendriidae ODHNER, 1911 und die Unterfamilie Limatulinae YAMAGUTI, 1958 eingeordnet, wobei die Familiendiagnose in bezug auf die Länge der Darmcaeca und die Unterfamiliendiagnose im Hinblick auf das Fehlen eines Cirrusbeutels abgeändert werden. Eine Einordnung in eine der vier Gattungen der Unterfamilie Limatulinae ist aufgrund verschiedener morphologischer Merkmale nicht möglich. Es wird daher die Errichtung der neuen Gattung Encystodendrium mit der Art *E. rotundum* vorgeschlagen.
- g) Die Entwicklung der Metacercarie zum adulten Trematoden innerhalb von acht bis zehn Tagen wird beschrieben.
- h) Die Lebensweise des in der Darmwand eingekapselt lebenden Trematoden wird beschrieben. Die Kapsel steht durch eine Öffnung mit dem Darmlumen in Verbindung. Ihre Wandung wird von der Muskularis propria gebildet. In jeder Kapsel lebt in der Regel nur ein Trematode. Kapseln mit zwei Trematoden kommen nur in Ausnahmefällen vor.
- i) Vögel und Mäuse werden als natürliche (Amsel, Kleiber, Gelbhalsmaus) und experimentelle (Passer, Chloris, Turdus, Corvus, Pica, Sturnus, Gallus) Endwirte ermittelt. Die Infizierung gelang jedoch nicht bei allen Arten (*Columba domestica*).

- k) Die Reaktion der verschiedenen Endwirte auf einen Befall mit *Encystodendrium rotundum* wird am Beispiel von *Passer domesticus*, *Turdus merula* und *Corvus corone* untersucht. Es zeigt sich, daß die kleineren Vögel bei einer hohen Infektionsrate empfindlicher reagieren als die größeren.
- 2) Der Entwicklungszyklus von *Nephrotrema truncatum* LEUCKART, 1842, BAER, 1932 wird beschrieben. Zwischenwirte sind *Bythinella dunkeri* und Amphibienlarven.
- a) Die Redien leben im unteren Teil des Eingeweidesacks von *Bythinella dunkeri*. Sie produzieren vollständig ausgebildete Cercarien.
- b) Die Cercarien verlassen die Schnecke und gelangen ins freie Wasser, wo sie die dort lebenden Amphibienlarven infizieren. Das Einbohren geschieht mit Hilfe des stark bestachelten Mundsaugnapfes.
- c) Die Cercarienkapseln sich unterhalb der Epidermis des Wirtes ein und werden zu Metacercarien.
- d) Die infizierten Amphibienlarven oder die sich daraus entwickelnden Adulti werden von den Endwirten (Soriciden, *Talpa*) aufgenommen und entwickeln sich in deren rechter Niere zu adulten Trematoden.
- 3) Der Entwicklungszyklus von *Euryhelmis elegans* BREGENZER 1916 n. comb. wird aufgeklärt. Zwischenwirte sind *Bythinella compressa*, *Bythinella dunkeri* sowie Amphibienlarven.
- a) Die Redien leben in der Mitteldarmdrüse von *Bythinella compressa* und *Bythinella dunkeri*. Sie produzieren Cercarien, die ihre endgültige Ausgestaltung jedoch erst außerhalb der Redie erfahren.
- b) Die Cercarien verlassen die Schnecke, gelangen ins freie Wasser und infizieren die dort lebenden Amphibienlarven.

- c) Die Cercarien kapseln sich unter der Epidermis ein und entwickeln sich zu Metacercarien, die den adulten Tieren weitgehend gleichen.
 - d) Die Metacercarie wird in die Gattung Euryhelmis POCHÉ, 1926 eingeordnet. Sie ist aufgrund ihrer Morphologie mit der von JOYEUX, BAER und CARRERE gefundenen identisch. Der von den Autoren durch Verfütterung der Metacercarien an Katzen erhaltene adulte und als Euryhelmis squamula bestimmte Trematode erhält dann nach der von BREGENZER beschriebenen Cercarie den Namen Euryhelmis elegans.
- 4) Die von BREGENZER gefundene Cercaria bipunktarmata wird in den Bythinellen eines Quellbaches am Dünsberg bei Gießen nachgewiesen.
- a) Die Redien leben in der Mitteldarmdrüse der Schnecken. Sie produzieren vollständig ausgebildete Cercarien.
 - b) Die Cercarien gehören dem Typ der Ophthalmomixophidio-Cercarien an. Der zweite Zwischenwirt ist unbekannt.
- 5) Die Verbreitung der Cercarien wird in den Bythinellen des Vogelsberges, des Dünsberges bei Gießen und im Siebengebirge untersucht und miteinander verglichen. Dabei wird festgestellt, daß die Cercarienfaunen der Schnecken des Siebengebirges und des Dünsberges weitgehend übereinstimmen. Die Cercarienfauna der Bythinellen des Vogelsberges hat dagegen eine andere Zusammensetzung.

Die Gründe der Verbreitungsunterschiede werden diskutiert.

F. Literatur

- AMEEL, D.J., 1938: The morphologie and life cycle of *Euryhelminis monorchis* n. sp. from the mink. - J. par. 24 (3), 219 - 224
- BAER, J.G., 1932: Contribution à la faune helminthologique. - Rev. Suisse Zool. 39: 1 - 57
- BAER, J.G., 1943: Les Trématodes parasites de la Musaraigne d' eau Neomys fodiens. - Bull. Soc. Neuchât. Sci. Nat. 68: 33 - 83
- BREGENZER, A., 1916: Anatomie und Histologie der *Bythinella dunkeri*. - Zool. Jahrb. System. 14: 1 - 48
- BRENDOW, V., 1970: Ein Beitrag zur Trematodenfauna der Soriciden im Raume Gießen sowie im Naturpark Hoher Vogelsberg. - Im Druck
- DOLLFUSS, R. Ph., 1951: Miscellanea helminthologica macroccana. I. Quelques trématodes, cestodes et acanthocephales. - Arch. Inst. Pasteur Maroc, 4 (3), 104 - 229
- JOYEUX, G.E., BAER, J.G. and CARRERE, P., 1934: Recherches sur le cycle évolutif d'*Euryhelminis squamula* (Rud). - C. R. Soc. Acad. Sc. 199, 1057 - 1068
- LOOS, A., 1899: Weitere Beiträge zur Kenntnis der Trematodenfauna Ägyptens, zugleich Versuch einer natürlichen Gliederung des Genus *Distomum* Retzius. - Zool. Jahrb. Syst. 12, 521 - 784
- LOOS, A., 1902: Über neue und bekannte Trematoden aus Schildkröten nebst Erörterungen zur Systematik und Nomenklatur. - Zool. Jahrb. Syst. 16 (3-6), 411-894

- LÜHE, M., 1909: Parasitische Plattwürmer. I. Trematoden. - Süßwasserfauna Deutschlands, Heft 17, 215 pp.
- MACY, R. W., 1935: *Gyrabascus brevegaster*, new genus, new species, a bat trematode, with a note on *Distomum méhelyi* Mödinger. - J. Parasit. 21 (5), 413 - 415
- MATHIAS, P. and VIGNAUD, R., 1935: Sur le cycle évolutif d'un trématode de la sous-famille des Pleurogenetinae Loos (*Pleurogenes claviger* Rud.) C. R. Sc. Biol. 120 (32) 397 - 398
- MEHRA, H. R., 1935: New trematodes of the family Lecithodendriidae Odhner 1911, with a discussion on the classification of the family. - Proc. Acad. Sc. U. P. India 5 (1), 99 - 121
- MEMARAN, M., 1970: Die Helminthenfauna der Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und der Röteldmaus (*Clethrionomys glareolus*) im Naturpark Hoher Vogelsberg. - in Vorbereitung
- NEUHAUS, W., 1940: Entwicklung und Biologie von *Pleurogenes medians* Olss. - Zool. Jahrb. Syst. 74 (3), 207 - 242
- ODHNER, T., 1911: Nordostafrikanische Trematoden größtenteils vom weissen Nil (von der Schwedischen Zoologischen Expedition gesammelt). - Res. Swed. Zool. Exp. Egypt. & White Nile, IV, 170 pp.
- ODHNER, T., 1914: Die Ableitung der Holostomiden und die Ableitung ihrer Haftorgane. - 9. Intern. Cong. Zool. Monaco, 661
- POCHE, F., 1926: Das System der Platyodaria. - Arch. Naturg. A 91 (2-3) 458 pp.

- RUDOLPHI, C.A., 1819: Entozoorum synopsis cui accedunt mantissa duplex et indices locupletissimi. - Berol. 811 pp.
- SENGER, C.M. and MACY, R.W., 1952: Helminths of north-west mammals. Part III. The description of *Euryhelmis pacificus* n. sp. and notes on its life cycle. - J. Par. 38 (5) 481 - 486
- SKARBILOVICH, T. S., 1948: *Lecithodendriidae* Odhner 1911, in Skrjabin: Trematodes of animal and man. Moskva V. 2, 337 - 590
- TRAVASSOS, L., 1921: Contribuicoes para o conhecimento da fauna helmintologica brasileira XV. Sobre as especies brasileiras da familia *Lecithodendriidae* Odhner, 1911. - Arch. da Esc. Sup. de Agr. e Med. Vet., Nichtheroy. 5 (1-2) 73-79
- YAMAGUTI, S., 1958: Systema Helminthum 1: The digenetic Trematodes of vertebrates. - Int. Publ. New York
- ZELLER, E., 1867: Über das encystierte Vorkommen von *Distomum squamula* in braunem Grasfrosch. - Zeitschr. wiss. Zool. 17 (2), 215 - 220

Ich danke meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Dr. h. c. W. E. Ankel für die Betreuung der Arbeit und die Überlassung eines Arbeitsplatzes im I. Zoologischen Institut.

Herrn Dr. W. Ehlert bin ich für die Anregung zu der vorliegenden Untersuchung, für seine ständige Hilfsbereitschaft und wertvollen Hinweise besonders dankbar.

Herrn Professor Dr. A. Wessing danke ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes am I. Zoologischen Institut.

Herrn Professor Dr. H. Scherf danke ich für seine freundliche Unterstützung bei der Materialbeschaffung.

Lebenslauf

Am 6. 2. 1940 wurde ich als Sohn des Landwirtes Josef Schwarz und seiner Ehefrau Maria, geborene Wundrak, in Maffersdorf, Kreis Reichenberg, Sudetenland, geboren. Im Herbst 1946 wurde ich in Laubach, Kreis Gießen, eingeschult. Von 1951 bis 1960 besuchte ich die Paul Gerhardt-Schule in Laubach, wo ich im Februar 1960 die Reifeprüfung ablegte. Von April 1960 bis März 1961 leistete ich meinen Wehrdienst in Göttingen ab. Im Sommersemester 1961 begann ich das Studium der Biologie an der Justus Liebig-Universität in Gießen. Die Diplom-Hauptprüfung legte ich im Mai 1968 ab.

Meine akademischen Lehrer waren: Prof. Dr. F. Anders, Prof. Dr. Dr. h. c. W. E. Ankel, Prof. Dr. D. Bückmann, Prof. Dr. D. von Denffer, Prof. Dr. J. Glathe, Prof. Dr. J. Gosselck, Privatdozent Dr. K. Götting, Prof. Dr. R. Knapp, Prof. Dr. F. Kröhnke, Prof. Dr. G. Lämmler, Prof. Dr. H. Mergner, Prof. Dr. W. P. Neumann, Prof. Dr. A. Scharmann, Prof. Dr. H. Scherf, Prof. Dr. H. O. Schwantes, Prof. Dr. H. J. Seifert, Prof. Dr. L. Steubing, Prof. Dr. O. Völker.

